

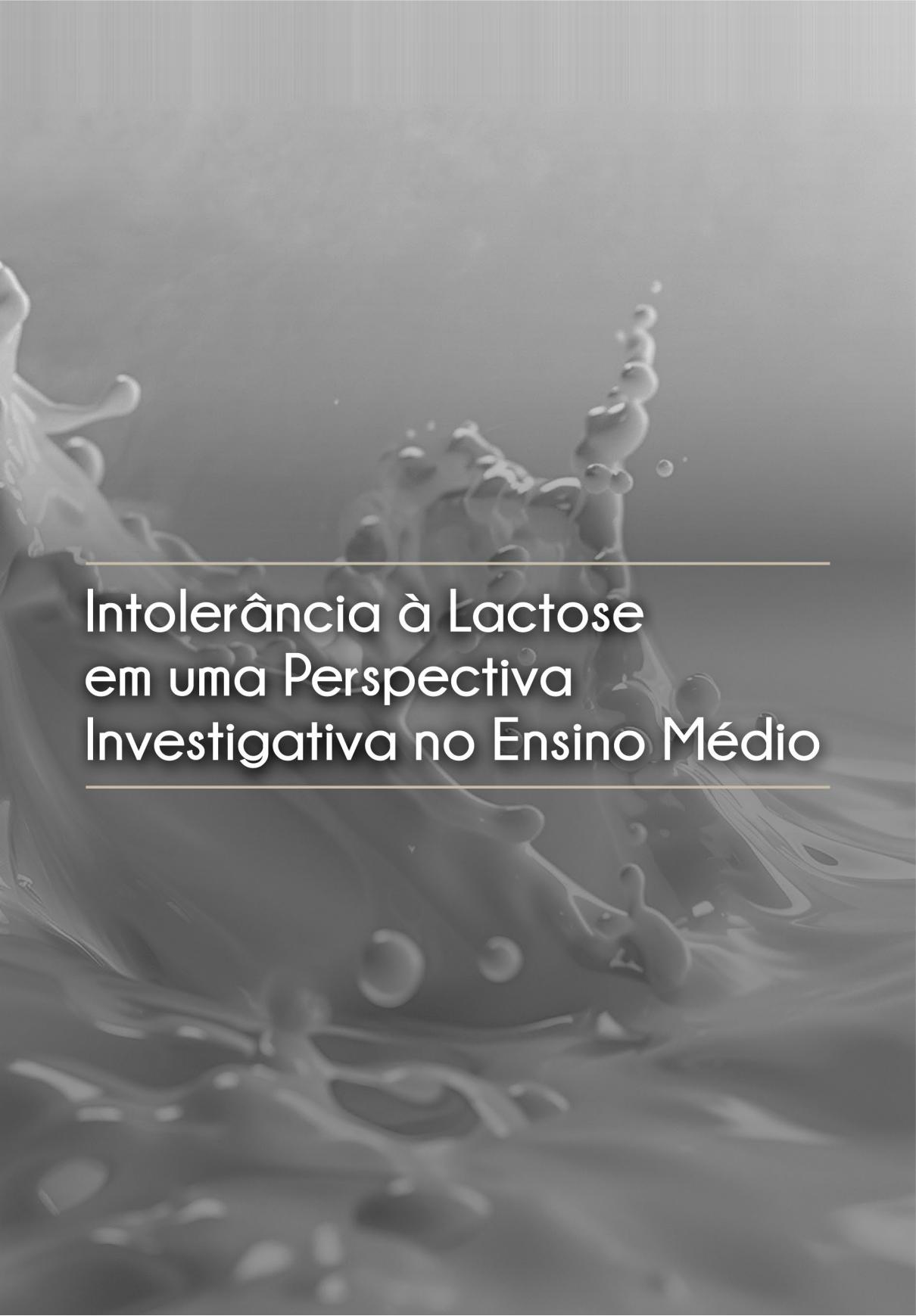


---

# Intolerância à Lactose em uma Perspectiva Investigativa no Ensino Médio

---

Sintiane Maria de Sá Lima  
Ildegarde Tássia Moreira Silva  
Luiz Gonzaga Silva Lucena  
Ohana Rafaela Morais Sá  
Francisca Carla Silva de Oliveira  
Wellington dos Santos Alves  
Francielle Alline Martins  
Pedro Marcos de Almeida

A high-contrast, black and white photograph of milk being poured and splashing. The liquid is shown in various stages of motion, from droplets to larger, billowing clouds of spray against a dark background.

---

# Intolerância à Lactose em uma Perspectiva Investigativa no Ensino Médio

---

---

# Intolerância à Lactose em uma Perspectiva Investigativa no Ensino Médio

---

Sintiane Maria de Sá Lima  
Ildegarde Tássia Moreira Silva  
Luiz Gonzaga Silva Lucena  
Ohana Rafaela Morais Sá  
Francisca Carla Silva de Oliveira  
Wellington dos Santos Alves  
Francielle Alline Martins  
Pedro Marcos de Almeida

**Direção Editorial**

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

**Autores**

Prof.º Ma. Sintiane Maria de Sá Lima

Prof.º Ma. Ildegarde Tássia Moreira Silva

Prof.º Me. Luiz Gonzaga Silva Lucena

Prof.º Ma. Ohana Rafaela Morais Sá

Prof.º Dr.ª Francisca Carla Silva de Oliveira

Prof.º Dr. Wellington dos Santos Alves

Prof.º Ma. Francielle Alline Martins

Prof.º Dr. Pedro Marcos de Almeida

**Revisão**

Os Autores

**Conselho Editorial**

Prof.º Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva (UNIDAVI)

Prof.ª Dr.ª Adriana Almeida Lima (UEA)

Prof.º Dr. Aknaton Toczek Souza (UCPEL)

Prof.º Dr. Alaerte Antonio Martelli Contini (UFGD)

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos (IFAP)

Prof.º Dr. Carlos Eduardo Ferreira Costa (UNITINS)

Prof.º Dr. Carlos López Noriega (USP)

Prof.ª Dr.ª Claudia Flores Rodrigues (PUCRS)

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria de Genaro Chirolí (UTFPR)

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota (IFPI)

Prof.ª Dr.ª Déa Nunes Fernandes (IFMA)

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis (UEMG)

Prof.º Dr. Denison Melo de Aguiar (UEA)

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos (UNIFAP)

Prof.º Dr. Gilberto Zammar (UTFPR)

Prof.º Dr. Gustavo de Souza Preussler (UFGD)

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota (IF Baiano)

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza (UFS)

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso (UNISC)

Prof.ª Dr.ª Jéssyka Maria Nunes Galvão (UFPE)

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski (UTFPR)

Prof.º Dr. João Paulo Roberti Junior (UFRR)

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra (IFCE)

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho (UFRPE)

**Executiva de Negócios**

Ana Lucia Ribeiro Soares

**Produção Editorial**

AYA Editora©

**Capa**

AYA Editora©

**Imagens de Capa**

br.freepik.com

**Área do Conhecimento**

Ciências da Saúde

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maralice Cunha Verciano (CEDEUAM-Unisalento - Lecce - Itália)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marcia Cristina Nery da Fonseca Rocha Medina (UEA)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Gardênia Sousa Batista (UESPI)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Myller Augusto Santos Gomes (UTFPR)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Pedro Fauth Manhães Miranda (UEPG)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Rafael da Silva Fernandes (UFRA)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Raimundo Santos de Castro (IFMA)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Regina Negri Pagani (UTFPR)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Ricardo dos Santos Pereira (IFAC)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Rômulo Damasclin Chaves dos Santos (ITA)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Gaia (UTFPR)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tânia do Carmo (UFPR)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Ygor Felipe Távora da Silva (UEA)

### **Conselho Científico**

Prof.<sup>o</sup> Me. Abraão Lucas Ferreira Guimarães  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andreia Antunes da Luz (UniCesumar)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Clécio Danilo Dias da Silva (UFRGS)  
Prof.<sup>a</sup> Ma. Denise Pereira (FASU)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Diogo Luiz Cordeiro Rodrigues (UFPR)  
Prof.<sup>o</sup> Me. Ednan Galvão Santos (IF Baiano)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana Leal Ferreira Hellvig (UFPR)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Fabio José Antonio da Silva (HONPAR)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Gilberto Sousa Silva (FAESF)  
Prof.<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues (FASF)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karen Fernanda Bortoloti (UFPR)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Leozenir Mendes Betim (FASF)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Lucimara Glap (FCSA)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Auxiliadora de Souza Ruiz (UNIDA)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Milson dos Santos Barbosa (UniOPET)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Pauline Balabuch (FASF)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rosângela de França Bail (CESCAGE)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Rudy de Barros Ahrens (FASF)  
Prof.<sup>o</sup> Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares (UFPI)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Aparecida Medeiros Rodrigues (FASF)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Sueli de Fátima de Oliveira Miranda Santos (UTFPR)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tássia Patricia Silva do Nascimento (UEA)  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thaisa Rodrigues (IFSC)

© 2026 - AYA Editora. O conteúdo deste livro foi enviado pelo autor para publicação em acesso aberto, sob os termos da Licença Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). Esta obra, incluindo textos, imagens, análises e opiniões nela contidas, é resultado da criação intelectual exclusiva do autor, que assume total responsabilidade pelo conteúdo apresentado. As interpretações e os posicionamentos expressos neste livro representam exclusivamente as opiniões do autor, não refletindo, necessariamente, a visão da editora, de seus conselhos editoriais ou de instituições citadas. A AYA Editora atuou de forma estritamente técnica, prestando serviços de diagramação, produção e registro, sem interferência editorial sobre o conteúdo. Esta publicação é fruto de pesquisa e reflexão acadêmica, elaborada com base em fontes históricas, dados públicos e na liberdade de expressão intelectual garantida pela Constituição Federal (art. 5º, incisos IV, IX e XIV). Personagens históricos, autoridades, entidades e figuras públicas eventualmente mencionados são citados com base em registros oficiais e noticiosos, sem intenção de ofensa, injúria ou difamação. Reforça-se que quaisquer dúvidas, críticas ou questionamentos decorrentes do conteúdo devem ser encaminhados exclusivamente ao autor da obra.

---

L7324 Lima, Sintiane Maria de Sá

Intolerância à lactose em uma perspectiva investigativa no ensino médio [recurso eletrônico]. / Sintiane Maria de Sá Lima...[et al]. -- Ponta Grossa: Aya, 2026. 149 p.

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-5379-928-8

DOI: 10.47573/aya.5379.1.440

11. Saúde - Aspectos nutricionais. 2. Intolerância a lactose. 3.

Construtivismo (Educação). 4. Prática de ensino I. Silva, Ildegarde Tássia Moreira. II. Lucena, Luiz Gonzaga Silva. III. Sá, Ohana Rafaela Moraes. IV. Oliveira, Francisca Carla Silva de. V. Alves, Wellington dos Santos. VI. Martins, Francielle Alline. VII. Almeida, Pedro Marcos de. VIII. Título

CDD: 613.2

---

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

## International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora LTDA

**AYA Editora©**

**CNPJ:** 36.140.631/0001-53

**Fone:** +55 42 3086-3131

**WhatsApp:** +55 42 99906-0630

**E-mail:** contato@ayaeditora.com.br

**Site:** <https://ayaeditora.com.br>

**Endereço:** Rua João Rabello Coutinho, 557

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

84.071-150

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
Ensino de Biologia: Realidade e Desafios .....	14
Ensino Transversal .....	18
Metodologias Diferenciadas no Ensino de Biologia .....	21
Ensino Investigativo .....	25
Intolerância à Lactose .....	30
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>42</b>
Objetivo Geral .....	42
Objetivos Específicos .....	42
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>43</b>
Amostra .....	43
Procedimentos .....	44
Feedback da SEI .....	49
Análise dos Resultados .....	52
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>54</b>
Análise das Interações Discursivas e Questões Individuais .....	54
Cartilha Informativa .....	87
Argumentação Individual em Relação à Problemática .....	89
Feedback da SEI .....	92
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>102</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>104</b>
<b>SOBRE AS AUTORES .....</b>	<b>139</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>142</b>

# LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP- Aprendizagem Baseada em problemas

AC – Alfabetização científica

APLV – Alergia à Proteína do Leite de Vaca

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CEP - Comitê de Ética e Pesquisa

CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade

DNA - Ácido desoxirribonucleico

H2 - Gás Hidrogênio

IL - Intolerância à Lactose

LDB - Lei, Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LP - Lactase Persistente

LR - Lactase Resistente

MA – Metodologia Ativa

MEC - Ministério da Educação e Cultura

OMS - Organização Mundial da Saúde

PROEJA - Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos

RNA - Ácido Ribonucleico

SEI - Sequência de Ensino Investigativa

TDICs – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

# APRESENTAÇÃO

A abordagem investigativa possibilita o protagonismo estudantil e busca formar indivíduos críticos e conscientes da importância do aprendizado. O estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre herança monogênica da intolerância à lactose (IL) de forma contextualizada e relacionada com aspectos bioquímicos, moleculares e evolutivos.

Na SEI, seis momentos foram realizados em 10 aulas com 30 estudantes do Ensino Médio em uma escola Estadual de Ensino Profissional no Piauí, de forma dialogada, sendo abordados: 1. conhecimentos prévios sobre a IL e análise da situação problematizadora; 2. teste experimental de níveis de glicose; 3. interpretação de heredogramas; 4. análise molecular do DNA e expressão gênica; 5. processo evolutivo sobre o consumo de leite e 6. conclusões.

A coleta de dados foi realizada de forma individual e/ou coletiva por meio de interações discursivas, questões dissertativas, resolução da problemática inicial e um questionário feedback. Os dados foram analisados de forma qualitativa (competências atitudinais e procedimentais) e quantitativa. O resultado das interações discursivas durante a SEI demonstraram de forma geral que os estudantes têm maior facilidade e motivação de se posicionar e dialogar quando o tema é sobre experiências cotidianas.

As falas analisadas revelaram um aprendizado conceitual com integração de termos e conceitos de forma eficiente, além da observação de tomada de atitudes e procedimentos em adquirir, interpretar e comunicar a informação, que reafirmam o aprendizado da temática. As falas denotam uma interpretação crítica da situação-problema, trabalho colaborativo, construção de modelos explicativos, levantamento de hipótese, interpretação de dados e interação destes com a problemática, além de

construção e exposição de conclusões. Os resultados quantitativos de questões individuais, ao final de cada momento, mostraram a melhoria na capacidade de expressar o entendimento de forma escrita, indicando que o estímulo a argumentação escrita é necessária e desenvolve estudantes com maior capacidade de organização e exposição de suas ideias e conclusões, de forma mais confiante e completa.

No feedback, os estudantes mostraram o interesse por atividades que permitiram a sua participação ativa, com metodologias práticas e/ou lúdicas aliadas ao ensino da teoria e que relacionem o conteúdo às vivências do cotidiano. Dessa forma, a SEI facilitou a compreensão dos estudantes com aplicação prática e lúdica dos conteúdos, bem como despertou um maior interesse em relação a fisiologia, genética, expressão gênica e evolução.

Boa leitura!

# INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências e Biologia contribui para o pensamento crítico dos estudantes de forma individual e coletiva para compreender e aprofundar os conhecimentos sobre o mundo e os seres vivos (Krasilchik, 2016). Contudo, o mesmo ainda é realizado de forma descontextualizada e desmotivadora (Perini; Rossini, 2018), com uma rede de conceitos complexos e abstratos, sendo subdividido em diversas áreas de estudo, o que torna difícil a sua abordagem de forma eficiente (Oliveira; Ceschim; Caldeira, 2018). Sendo assim, a maioria dos estudantes aprendem de forma descontínua, o que dificulta ainda mais o seu aprendizado (Gregório; Oliveira; Matos, 2016).

Por outro lado, a contextualização do ensino com situações cotidianas, históricas e sociais de forma transversal, facilita o seu entendimento (Baiotto; Loreto, 2018) "abstract": "Caracteres hereditários humanos vêm sendo progressivamente incluídos na contextualização dos padrões de herança no Ensino Médio com o objetivo de aproximar o cotidiano do aluno, tornando o ensino mais interessante, motivador e significativo. Informações equivocadas, com erros, desvios e mesmo simplificações com relação ao padrão de herança desses caracteres podem comprometer o ensino e levar a um descrédito da informação científica. Este estudo teve por objetivo levantar e analisar a utilização desses caracteres como forma de contextualizar os padrões de herança nos livros didáticos referências para o Ensino Médio em Biologia (PNLEM/2012 e trabalha com eixos temáticos de forma organizada e integrada que ultrapassa os limites de cada disciplina (Brasil, 2013). Nesta perspectiva, os estudantes podem tomar decisões mais conscientes e críticas para articular saberes de diversos campos do conhecimento (Barcellos *et al.*, 2019). Além disso, a transversalidade é utilizada no desenvolvimento de habilidades que possam auxiliar o estudante a entender qual a sua função na sociedade, como pode vivenciá-la e melhorá-la a partir dos conteúdos aprendidos em sala de aula, bem como inter-

pretar o funcionamento do mundo natural a partir da análise de problemas e situações (Brito; Fireman, 2016).

A intolerância à lactose (IL) pode ser apresentada de forma transversal, a partir de metodologias alternativas no ensino de doenças metabólicas, com conteúdos relacionados à bioquímica, fisiologia, hereditariedade e genética, integrando situações de aprendizado reais e autênticas aos conteúdos escolares (Garcês; Santos; Oliveira, 2018). A IL consiste em uma disfunção fisiológica de má digestão ou má absorção da lactose relacionada com a ausência e/ou defeitos estruturais na lactase, enzima que quebra o açúcar presente no leite. A IL pode ser congênita, quando o indivíduo não produz a lactase em nenhum momento na vida ou quando tem a sua produção reduzida ou bloqueada por regulação gênica (Batista *et al.*, 2018) Os sintomas mais comuns da IL estão associados com distúrbios digestórios, como dores, flatulências, diarreias, constipação e vômitos. Já o diagnóstico pode ser realizado por testes de glicose no sangue, de H2 no ar expirado e/ou genéticos (Silva *et al.*, 2019).

A temática sobre a IL mostra ampla visibilidade na sociedade em geral, mas pela linguagem médica complexa e pela falta de conhecimento científico de muitas pessoas, ainda é mal compreendida. Além disso, às questões relacionadas à saúde devem ser alvo de discussão dentro da escola, como uma forma de exposição de informações corretas para os estudantes, sendo práticas de interesse social (Marinho; Silva; Ferreira, 2015). Não há trabalhos científicos da IL no ensino de forma transversal e com enfoque investigativo, sendo pouco ou não abordada em livros didáticos, materiais pedagógicos e na sala de aula, e quando comentada é como simples exemplificação.

O ensino por investigação é fundamentado a partir da experimentação do estudante, quando ele constrói o seu conhecimento sobre o que vivencia e o que experimenta em sala de aula e no seu cotidiano (Barros *et al.*, 2018). Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) menciona-se a necessidade de um ensino contextualizado, aproximado do que o estudante vivencia no dia a dia, além de buscar estimular a criticidade e o desenvol-

vimento de habilidades na resolução de problemas no cotidiano (Brasil, 2018). Nesse sentido, o processo investigativo apoia-se em graus de liberdade oferecido pelo professor ao estudante, que deve resolver problemas contextualizados por meio de suas próprias habilidades (Carvalho, 2013), gerar hipóteses, analisar dados e resultados, propor modelo explicativo e conclusões baseadas nas evidências do processo (Zômpero; Laburú, 2011).

As Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) são construídas em momentos que além de auxiliar na estruturação de conhecimentos, abordam diversos conteúdos e disciplinas em comum. Essas sequências podem ser apresentadas como uma questão-problema, que pode ser respondida a partir da construção de raciocínio fomentado por análises de textos, fichas, gráficos, debates e outras atividades planejadas pelo professor (Scarpa; Campos, 2018). Assim, o estudante consegue entender conceitos e processos fundamentais da temática, sem a necessidade de ser apresentada e exemplificada somente pelas vivências e perspectivas do professor (Sasseron, 2015). Sendo assim as SEIs são atividades com interações didáticas que buscam proporcionar aos estudantes condições de usar seus conhecimentos prévios, gerar ideias e discuti-las com os colegas e com o professor desenvolvendo conhecimento científico (Carvalho, 2013).

Considerando a carência de trabalhos científicos sobre a IL no ensino e a sua utilização de forma simplificada e fragmentada em algumas disciplinas, o presente estudo tem como objetivo desenvolver e aplicar uma SEI sobre a herança monogênica da IL de forma contextualizada e relacionada com aspectos bioquímicos, moleculares e evolutivos.

# REFERENCIAL TEÓRICO

## Ensino de Biologia: Realidade e Desafios

O ensino de Biologia é realizado com o intuito de fazer com que o estudante perceba a vida, de forma geral, como se deu seu surgimento, evolução e a sua existência na Terra, para que o indivíduo construa uma visão crítica das suas ações em relação ao mundo, aos seres vivos e a si próprio. Nesta perspectiva, o ensino deixa de ser um aglomerado de conceitos e termos em um livro didático, e passa a ser uma construção de uma visão mais ampla do cotidiano, de forma conectada e integradora (Duré; Andrade; Abílio, 2018).

Os temas debatidos na Biologia são na verdade, complexos e abstratos, mas que podem ser percebidos em todo o entorno do aluno, desde o “mundo” microscópico ao macroscópico. A Biologia está presente no cotidiano e a função do ensino escolar é estimular a visão crítica e o protagonismo do estudante para compreender os conceitos biológicos. Essa é uma tarefa que demanda atenção de quem planeja e faz o ensino trazer conceitos biológicos para dentro da visão do aluno (Belmiro; Diniz; Barros, 2017; Silva; Kalhil, 2017). No entanto, no cotidiano escolar, a Biologia ainda não tem sido vista de forma articulada e na maioria vezes é aplicada com termos e conceitos que são apenas memorizados. Nas aulas, não se apresentam a relação com o contexto social do aluno e muito menos de forma que ele compreenda em suas ações uma observação crítica da vida (Pereira; Miranda, 2017).

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o estudante tem o direito de, na educação básica, construir e atingir suas competências gerais de aprendizado, que integram conceitos, procedimentos, habilidades, atitudes e valores empregados na

resolução de problemas do dia a dia, auxiliando a vida em sociedade e no mercado de trabalho. Enquanto no Ensino Médio, um dos principais problemas é a existência de um “gargalo” social e cultural que dificulta a possibilidade do exercício dos direitos de aprendizado pelo indivíduo. Em relação às competências específicas, de cada área do conhecimento no Ensino Médio, estas, buscam aprofundar, consolidar e ampliar aprendizados construídos ainda no Ensino Fundamental. Nesse sentido, o estudante deve ter sua formação integral, aplicando em seu projeto de vida, em sua realidade, concordando com os princípios da ética, justiça e cidadania (Brasil, 2018).

A Lei Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), documento normativo que trata da organização didática do ensino básico brasileiro e a BNCC, que trata do currículo escolar da educação básica, trazem o ensino de Biologia inserido na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias no Ensino Fundamental e Médio, interligada com outras Ciências. No Ensino Médio, a Biologia busca desenvolver competências e habilidades de forma mais aprofundada com uma maior compreensão do aluno em relação à disciplina (Brasil, 1996, 2018).

Os documentos normativos citados reafirmam a necessidade de ensinar as Ciências de forma contextualizada, preparando os estudantes para julgar fatos, elaborar argumentos e avaliar situações, propondo alternativas em relação à problemas do mundo natural no cotidiano. O indivíduo deve saber avaliar as demandas da sociedade e do meio que o cerca, ser crítico e ativo no entendimento e resolução das adversidades (Brasil, 2018). Contudo, ainda não se observa com frequência essa prática em sala de aula. Consequentemente, os estudantes mostram uma visão fragmentada dos conhecimentos biológicos e não conseguem entender os processos de forma global e aplicá-los à vida de forma geral, ou seja, o ensino ainda não consegue despertar o interesse dos alunos sobre o que está sendo ensinado (Silva; Kalhil, 2017). A contextualização é essencial para o aprendizado eficiente de conteúdos da Biologia, principalmente, os temas considerados abstratos, que dependem de uma maior atenção

do professor durante o planejamento das aulas (Macedo *et al.*, 2018).

Além disso, o ensino de Biologia deve se pautar no que os estudantes já aprenderam, e não tratar cada tema a ser debatido como algo novo que deve ser aprendido do “zero”. Por mais que seja algo que ainda não foi debatido no contexto escolar, o aluno deve ter ouvido, lido, visto uma aplicação em algum momento da sua vida ou até mesmo comentado ou abordado em outra disciplina, em um veículo de comunicação ou até em outras mídias (Pereira; Miranda, 2017; Sousa *et al.*, 2021).

As Ciências da Natureza fazem parte de aprendizados essenciais para os estudantes, são saberes importantes para a adequação à sociedade científica e tecnológica em que vivemos, a compreensão do funcionamento do planeta e a organização dos seres vivos. Um indivíduo que não tem habilidades desenvolvidas quanto à alfabetização científica, que não comprehende a importância do saber e do fazer científico, terá dificuldades de desenvolver atividades básicas do cotidiano, da integração social referente aos avanços científicos vividos atualmente e na compreensão da natureza que os cerca (Siqueira; Scheid; Klechowicz, 2018).

A alfabetização científica busca a aproximação da sociedade com o meio científico, com o intuito de desenvolver no indivíduo competências e habilidades que o possibilitem ler, compreender e fazer ciência. Essa ciência não é aquela distante da vivência do aluno, mas uma que busca o entendimento dos fenômenos naturais que ele próprio vivência. O estudante tem a possibilidade de conhecer e aplicar as produções científicas e tecnológicas de grandes instituições em suas próprias inquietações do mundo à sua volta (Santos *et al.*, 2021; Souza; Rocha, 2017).

Uma das maiores preocupações e dificuldades dos profissionais da educação, especialmente professores, é a conquista do aprendizado pelos alunos. A realidade observada nas escolas brasileiras é uma heterogeneidade de indivíduos, histórias,

vivências e compreensões, assim os professores têm buscado cada vez mais abordagens que alcancem os mais diversos públicos, podendo gerar aprendizado, mas essa tarefa não é fácil (Baiotto; Loreto, 2018; Baiotto; Sepel; Loreto, 2016).

O ensino de Biologia, como as outras disciplinas, apresenta inúmeras dificuldades e desafios, que podem estar relacionados a um sistema de ensino amplo, em um país ainda em desenvolvimento, e que a educação não recebe tanta atenção dos grupos que detêm o poder (Batista; Silva, 2019; Silva Filho; Araújo, 2017). Além disso, o ensino não tem acompanhado os rápidos avanços e atualizações na área da Biologia, gerando um significativo déficit e atraso no conhecimento. Muito do que é ensinado em sala de aula está defasado e/ou até mesmo errado perante os novos estudos produzidos (Fidelis; Geglio, 2019; Lima; Amorim; Luz, 2018).

Por outro lado, a formação e a valorização de professores da área e o acesso a tecnologias, materiais e métodos são dois fatores especialmente importantes para o processo de ensino e aprendizado (Silva; Ferreira; Vieira, 2017; Silva Filho; Araújo, 2017). Uma formação profissional completa e concreta, além da valorização e motivação, são alguns dos pilares fundamentais no ensino para que o professor consiga dinamizá-lo, construir metodologias, transitar em diferentes abordagens, desenvolver ferramentas que se adequem a realidade que trabalham e dominar os conceitos dos principais temas (Barbosa; Ursi, 2019; Bremm, 2020).

A valorização não adequada do profissional faz com que o professor, mesmo com conhecimentos e habilidades adequados, não se motive ou nem consiga buscar atualizações e melhorias na sua prática. A falta de tempo, de motivação, de apoio pedagógico, de habilidades com metodologias diferentes, entre outros incontáveis motivos, podem estar contribuindo para que o ensino, em geral, não avance (Kierepka; Gülich, 2017; Palcha, 2020; Seki *et al.*, 2017).

A Biologia possui diversos temas que apresentam conceitos difíceis de serem visualizados pelos alunos, fazendo-os sentir-se desmotivados em tentar aprender algo que não veem aplicação e nem sentido, quando não aproxima das vivências do cotidiano. Sendo assim, o uso de ferramentas facilitadoras, como: imagens ampliadas, modelos didáticos, uso de mídias e tecnologias, mapas, maquetes, experimentações, entre outros; podem auxiliar no entendimento (Galego; Costa, 2021; Sousa *et al.*, 2021). Além disso, ressalta-se que a motivação dos estudantes para o aprendizado é a chave essencial para a eficiência do ensino, pois de nada adianta mirabolantes ferramentas, metodologias e abordagens sem o engajamento do estudante em aprender (Araújo *et al.*, 2018; Lima; Araújo; Lima, 2021).

O livro didático também tem um papel importante no ensino, sendo a principal ferramenta pedagógica na maioria das escolas públicas e geralmente a única fonte de informação. Contudo, esse material, muitas vezes, é resumido, fragmentado, sem referência ao contexto social e as realidades regionais do aluno, descontextualizado e desatualizado, e até mesmo apresentando conceitos errôneos (D'Aquino Rosa *et al.*, 2019; Souza; Rocha, 2017). Resultado similar é encontrado nos livros de Biologia, além disso, conteúdos importantes dessa área estão ausentes ou tratados em pequenos textos informativos que não tem a devida atenção na prática escolar (Batista; Silva, 2019). Outro empecilho é a dificuldade e a necessidade da abordagem interdisciplinar dos temas da Biologia, que necessitam da interpretação da língua portuguesa, cálculos matemáticos, as bases Químicas e Físicas, e a interação com a Geografia e História (Fidelis; Geglio, 2019).

## Ensino Transversal

Na BNCC, demonstra-se o interesse pela atualização do currículo, buscando aproximar os temas debatidos da realidade cultural dos estudantes. Esse documento normativo também dá destaque para a construção de aprendizados baseados no de-

senolvimento de habilidades, competências, criticidade e apropriação de procedimentos que auxiliem na realização de tarefas e no fazer científico, isso por meio da abordagem de temas contemporâneos, que transitam entre o social e o científico (Brasil, 2017). Esses temas, que buscam integrar disciplinas, contextos, culturas, regionalizações, áreas de estudo e vivências, não são novidade nos debates sobre a melhoria no ensino, ou seja, os temas transversais já fazem parte do debate pedagógico há um bom tempo ( Rocha *et al.*, 2018)com enfoque no ciclo da água, na perspectiva da transversalidade. O estudo foi realizado em 2017, com alunos da primeira série do ensino médio de uma escola pública estadual, localizada em Guarapari, ES. A pesquisa foi desenvolvida em três etapas: 1.

Os temas transversais vêm como uma tentativa de vencer o ensino fragmentado e compartmentalizado em disciplinas, áreas e aulas, de uma forma que contemple vários saberes em uma exemplificação ou aplicação. A transversalidade possibilita a complementação dos componentes curriculares com experiências habituais (Rocha *et al.*, 2018)com enfoque no ciclo da água, na perspectiva da transversalidade. O estudo foi realizado em 2017, com alunos da primeira série do ensino médio de uma escola pública estadual, localizada em Guarapari, ES. A pesquisa foi desenvolvida em três etapas: 1. Entre os diversos temas, alguns tem um maior destaque no ensino: direitos da criança e do adolescente, educação para o trânsito, educação ambiental, educação alimentar e nutricional, processo de envelhecimento, respeito e valorização do idoso, educação em direitos humanos, educação das relações étnico-raciais e ensino de história e cultura afro-brasileira, africana e indígena, bem como saúde, vida familiar e social, educação para o consumo, educação financeira e fiscal, trabalho, ciência e tecnologia e diversidade cultural (Brasil, 2017).

Os temas relacionados ao debate sobre a saúde, educação alimentar e nutrição são bastante utilizados no ensino de Biologia, pois se adaptam bem à diversos temas biológicos e despertam a motivação dos alunos. Temas referentes aos cuida-

dos com a saúde, e que ligam o sinal vermelho de atenção para medidas a serem tomadas, são essenciais tanto para contextualizar e trazer motivação para os estudantes, bem como para informá-los (Assis; Araujo-Jorge, 2018; Gouvêa; Silva, 2019). Assim, a utilização dessas temáticas é importante para a construção de indivíduos conscientes de suas ações em relação aos cuidados em evitar doenças, ou até mesmo como identificar e tratá-las. Além disso, busca-se diversificar as possibilidades de levar informações relacionadas em diferentes contextos, maximizando os indivíduos cientes de suas necessidades (Dalmolin; Heidemann, 2020; Segatelli *et al.*, 2017).

O conhecimento na área da saúde é um gerador de bem-estar social, coletivo e derruba as barreiras que impedem os indivíduos de adquirir hábitos e uma vida saudável. O aprendizado vai da mudança de estilo de vida a entender a necessidade de algum tipo de tratamento ou atenção especial, que estimula a posição crítica do indivíduo de compreender a necessidade e reivindicar atenções básicas, desde tratamento de água e esgoto à acesso ao sistema de saúde (Gouvêa; Silva, 2019; Jesus; Sawitzki, 2017).

A escola não pode se fazer indiferente à temas sociais, ambientais e culturais. O ensino vai além de decorar conceitos e aplicá-los em avaliações como forma de quantificar o aprendizado. A saúde é de interesse coletivo, é uma preocupação universal, e a escola como instituição democrática do conhecimento deve se preocupar em trazer esse debate, indo além das aulas de Ciências e Biologia. Sendo assim, os temas transversais transcendem a divisão de carga horária em disciplinas, devem ser de interesse de toda a comunidade escolar, pois contribuem para a criação de um completo bem-estar da própria comunidade (Assis; Araujo-Jorge, 2018; Silva *et al.*, 2017).

Os temas relacionados à saúde abrem um leque diverso de possibilidades de conteúdos e situações (Gouvêa; Silva, 2019). Os distúrbios alimentares e digestivos são bastante interessantes para a abordagem em sala de aula, pois integram a fisiologia digestiva e interação com outros sintomas, alimentação e nutri-

ção, processos enzimáticos e fatores causadores dessas doenças (Barreto; Vasconcellos; Saba, 2021). Um tema bastante relevante para a discussão em aulas de Biologia é a intolerância à lactose (IL), pois além de ser uma alteração digestiva, está relacionado com a Bioquímica, Hereditariedade e Evolução.

## Metodologias Diferenciadas no Ensino de Biologia

Na busca de dinamizar o ensino, os professores procuram aplicar em sala de aula uma variedade de Metodologias Ativas (MAs), tentando entender quais as melhores formas de abordar determinados assuntos com os alunos e construir indivíduos críticos e reflexivos frente aos saberes adquiridos. Essas metodologias são uma busca por estimular o processo de ensino e aprendizado, envolvendo o estudante como personagem central no processo (Cardoso *et al.*, 2021; Conceição; Mota; Barguil, 2020).

As MAs no ensino se constituem em técnicas, ações, ferramentas, abordagens que tem o objetivo principal de motivar e engajar o estudante na busca da construção do conhecimento por meio de suas habilidades. Essa construção se dá pelo entendimento de procedimentos que destinam o aluno a conhecer aspectos relacionados ao conhecimento técnico e científico. Essa estruturação deve se dar de forma ativa, crítica, colaborativa e eficiente buscando alcançar as metas planejadas pelo professor (Palcha, 2020; Piffaro *et al.*, 2020).

As MAs são empregadas no ensino quando o interesse é de trazer o estudante como protagonista do processo de ensino e aprendizado (Piffaro *et al.*, 2020). O professor busca, por meio destas ferramentas, desenvolver nos estudantes aprendizagens que vão além de conteúdos, como também habilidades nos aspectos sociais, críticos, tecnológicos entre outros. Essas metodologias variam de uma simples resolução de problemas no cotidiano a atividades experimentais em laboratório ou até

mesmo em sala de aula. Os modelos didáticos, o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), mídias sociais e jogos didáticos também contribuem como facilitadores do aprendizado (Araújo *et al.*, 2018; Araújo; Freitas, 2019; Lima; Amorim; Luz, 2018; Lima; Araújo; Lima, 2021).

Dentre as diferentes MAs, o ensino a partir da problematização é bem aceita, tanto por professores como os estudantes, pois proporciona uma gama de possibilidades de aprendizagem. Na busca por solucionar problemas, o estudante necessita interpretar, refletir sobre as alternativas e os caminhos a tomar, propor soluções, testá-las, reorganizar propostas e metas, e enfim concluir os entendimentos e argumentá-los (Santos *et al.*, 2017).

Para a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), o professor precisa propor um questionamento corriqueiro, próximo das experiências da maior parte da turma. A problemática precisa também utilizar como embasamento as principais definições relacionadas ao tema trabalhado, para que o estudante resolva a proposta e tenha contato com o conteúdo para uma assimilação indireta. Essa abordagem no ensino contribui não somente para o aprendizado de temas curriculares, mas também auxilia na estruturação de experiências e aptidões que contribuirão na vida pessoal e social dos estudantes, no mercado de trabalho e até na construção profissional (Garcês; Santos; Oliveira, 2018).

A resolução de problemas no ensino apresenta uma eficiência maior quando proposta para o grupo, pois auxilia os estudantes no trabalho em equipe, em discutir ideais, ouvir outras visões de determinado assunto, a respeitar regras de convivência, a construir hierarquias, entender de liderança, a pensar no bem coletivo, entre outras atitudes. No momento da produção da solução, argumentação e apresentação dos resultados, o estudante despertará motivação pelo aprendizado, pois ao apresentar resultados e cumprir o que lhes foi colocado desperta sensações de dever cumprido (Núñez-López; Ávila-Palet; Olivares-Olivares, 2017).

A experimentação, que alia o ensino teórico ao prático, é uma metodologia eficiente nas aulas de Biologia. As atividades experimentais servem como uma grande chave motivadora para os alunos, para visualização de temas que seriam trabalhados apenas de forma expositiva, o que possibilita os alunos a colher dados, analisá-los, construir conclusões e argumentações para apresentação e defesa dos fatos observados. As atividades experimentais são vistas pelos professores, de forma quase unâнимem, de interesse em aplicação nas aulas (Araújo; Freitas, 2019; Matta *et al.*, 2020).

O desenvolvimento de atividades experimentais ainda são motivo de debates controversos, mesmo apresentando resultados positivos no aprendizado ainda se mostram difíceis de serem aplicadas em sala de aula, principalmente na realidade da educação pública brasileira. Na maioria das vezes, quando é desenvolvida, é a partir de buscas alternativas dos professores para contornar dificuldades como: falta de laboratórios, utensílios e materiais necessários, recursos para cumprimento de protocolos básicos, falta de suporte pedagógico e financeiro. Muitos professores fazem o uso dessa metodologia com a simplificação de protocolos, materiais mais baratos ou alternativos ou custeio próprio (Lacerda; Abílio, 2017).

Outra MA muito utilizada, especialmente no ensino de Biologia, é o uso de modelos didáticos. A construção de tais modelos também desempenha diversas funções no ensino, desde a astúcia em atividades artísticas até em resolver problemas e ter noções matemáticas como proporções, entre outras tantas habilidades. Os modelos didáticos auxiliam o aluno a observar estruturas microscópicas ampliadas, visualizar processos, observar estruturas, explorar, manipular materiais e construir conhecimentos relacionados com a prática (Vinholi Júnior; Takeco Gobara, 2016; Wommer; Michelotti; Loreto, 2019).

Uma abordagem muito utilizada também nas aulas de Ciências é o emprego da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), na qual o professor alia o ensino às situações sociais mais observadas, análise do ambiente em torno do aluno, con-

textualização com temas e fatos históricos, avanços científicos atuais e a proposição de resolução de problemas. Essa é uma abordagem que permite a utilização de uma infinidade de metodologias, técnicas, materiais e ferramentas de ensino (Calefi; Fortunato, 2018).

O uso de jogos didáticos é outra aposta dos professores para a facilitação do processo de ensino e aprendizado. O uso do lúdico não é uma novidade didática, é uma ferramenta utilizada a muito tempo pelos profissionais da educação nos diferentes níveis de ensino, etapas e modalidades. Os jogos apresentam resultados eficientes como contextualização do ensino, trabalho de temáticas transversais, trabalho em equipe, resolução de problemas, competição saudável, respeito a regras, e amplificação de habilidades, procedimentos e atitudes que contribuem no aprendizado dos estudantes (Avelino *et al.*, 2019; Lima *et al.*, 2020; Lima; Araújo; Lima, 2021).

As TDICs são inovações amplamente inseridas na sociedade humana atual. A vida ganhou uma nova formatação depois da inserção dos avanços tecnológicos e das facilidades da comunicação e da veiculação de informações. A educação não fica de fora dessa atualização, o processo de ensino tem sido cada vez mais “invadido” pelo uso das tecnologias como facilitadoras do exercício. O uso de mídias comunicativas, informativas e audiovisuais no ensino, especialmente de Ciências e Biologia, tem apresentado resultados positivos, pois tem facilitado a visualização e o domínio de processos difíceis de serem compreendidos pelos alunos, além de dinamizar o ensino (Rocha *et al.*, 2018).

As mídias sociais já eram utilizadas no contexto escolar, mas de forma tímida até a vivência da pandemia da Covid-19, em que toda a realidade escolar foi totalmente mudada. Durante a Covid-19, as escolas foram impossibilitadas de funcionar em sua rotina presencial, as atividades tiveram de ser rapidamente adaptadas para serem desenvolvidas longe dos seus muros. Essa necessidade foi atendida com a utilização das redes sociais e plataformas educacionais que viabilizassem o processo de ensino (Piffero *et al.*, 2020). Assim, a readaptação do cotidiano es-

colar e as experiências tecnológicas adquiridas não podem, e nem devem, ser esquecidas ou deixadas de lado, mesmo com o retorno das atividades normais, após a pandemia. Nesse período, muitas barreiras pedagógicas foram derrubadas, outras infelizmente foram impostas, mas todas com possibilidade de mudanças positivas (Atanazio; Leite, 2018; Barbosa; Ferreira; Kato, 2020).

As metodologias, como também as abordagens do ensino de modo diversificado e ativo, que buscam trazer o estudante para dentro do processo de forma mais ativa, motivadora e crítica, estão sendo empregadas no ensino brasileiro como tentativas de minimizar os déficits educacionais construídos por anos de uma educação nada reflexiva. A abordagem de ensino investigativo é uma das apostas na melhoria do ensino, vem sendo discutida e difundida no meio pedagógico e tem ganhado grande destaque em pesquisas e experiências educacionais (Costa; Teñorio Salvador, 2021; Ferraz; Sasseron, 2017).

## Ensino Investigativo

O ensino investigativo não é uma novidade no meio educacional, já vem sendo discutida há anos, mas não faz parte do cotidiano de muitos professores da educação básica, nem ao menos é conhecida por muitos. Essa abordagem se caracteriza pela participação ativa do aluno dentro do processo, fazendo com que ele desenvolva habilidades e competências por meio da investigação e com isso construa seu aprendizado e concretize o conhecimento, alcançando assim o letramento científico (Bonisson; Ferreira; Junior, 2019) possibilitando aos alunos a aplicação e a compreensão de conceitos científicos e um melhor entendimento sobre a natureza da ciência. Este trabalho teve como objetivo elaborar uma sequência de ensino investigativa (SEI).

No ensino de Biologia, a investigação busca trazer o aluno para dentro do “fazer” ciência, por meio da proposição de proble-

mas, situações, estudo de casos, para que o mesmo busque por si próprio entender as definições do conteúdo e os processos relacionados. Os alunos são engajados em discussões, coleta de dados, análise e interpretação de informações, construção do entendimento e argumentação de conclusões. Os fenômenos naturais e os processos biológicos servem como problematizações para que o aluno instigue seu próprio raciocínio para construir explicações, formas de testagem e obtenção de dados (Barcellos; Coelho; Silva, 2019).

O ensino investigativo é construído pela curiosidade, desafio, resolução de problemas, e a diversidade de interpretações e opiniões. A investigação é uma forma de mimetizar o fazer científico, onde o professor atua como o orientador dos estudantes. A socialização e a troca de informações é a base para o ensino investigativo, sendo uma abordagem colaborativa entre professor e estudantes que juntos buscam formas de construir respostas para um problema embasado no tema de estudo (Franco; Munford, 2020). O professor deve criar condições para que o estudante pense sobre a estrutura do problema e do conhecimento; exponha por meio da fala suas hipóteses, procedimentos e entendimento dos resultados; leiam, interpretem e entendam de forma crítica as informações; e que tenham a capacidade de escrever de forma clara suas ideias (Carvalho, 2018).

Na prática, o ensino investigativo é trabalhado em etapas, ou momentos didáticos, que não são regras em uma estrutura fechada, mas seguem uma lógica de desenvolvimento. As atividades iniciam com uma problematização que norteia todas as demais atividades, depois de debates sobre como o problema pode ser resolvido, os alunos propõem suas hipóteses e elaboram formas de testá-las, gerando dados que devem ser analisados e interpretados, produzindo conclusões e refutando as possibilidades anteriores (Motokane, 2015).

As hipóteses propostas pelos alunos são os pilares fundamentais da participação destes como protagonistas da atividade. Nesse momento, o estudante pensa em modos de responder ou de testar o problema, faz previsões de como pode

resolver ou averiguar os dados da situação. Essa é uma das etapas que mais aproxima os estudantes do método científico, elaborar e testar suas hipóteses. Os trabalhos investigativos são desenvolvidos em conjunto, em grupos ou pela união da turma toda, assim, a troca de informações, a construção participativa e a possibilidade de interação são aumentadas (Cardoso; Scarpa, 2018).

As investigações não são lineares e rápidas como a explicação dos momentos, ou seja, os alunos podem não chegar às conclusões do problema na primeira análise dos resultados, assim como observado no método científico, eles podem elaborar hipóteses e testá-las, mas não obter resultados concretos. Os resultados podem não apontar conclusões, mas apenas a necessidade de melhoria das hipóteses, ou apenas refutá-las (Cardoso; Scarpa, 2018).

Os alunos têm autonomia, dependendo do grau de liberdade da atividade investigativa, de decidir em todas as etapas qual o caminho investigativo tomar ou as formas de contornar problemas. Ao final, os alunos argumentam suas conclusões, expõem suas ideias e as principais dificuldades observadas. O grau de liberdade é uma variável que demonstra o quanto o professor possibilitou o aluno ser protagonista da investigação, que vai desde apenas resolver ou até mesmo propor a problemática (Carvalho, 2018).

O ensino investigativo colabora também no aprendizado atitudinal e procedural. Nas proposições de hipóteses, testagem, resolução dos problemas, coletas de dados e conclusões, os alunos adquirem atitudes pautadas na criticidade, comportamentos e posicionamentos em ser ciênciа; como também constroem habilidades procedimentais, entendem e colocam em práticas conhecimentos relacionados ao fazer da ciéncia (Franco; Munford, 2020).

As atividades propostas para a resolução da problemática podem ser planejadas de forma dividida, em atividades-chave que funcionam como guias de interação e de engajamento

dos alunos, uma sequência lógica de evolução do entendimento sobre o problema. Essas atividades são conhecidas como Sequências de Ensino Investigativa (SEI), que auxiliam o aluno a construir um raciocínio, alcançarem os objetivos educacionais planejados, sem dar respostas ou indicações, apenas um sentido a ser tomado na investigação (Cardoso; Scarpa, 2018).

As SEI são introduzidas por uma apresentação, em que a temática é exposta aos estudantes, podendo ser utilizada desde textos a atividades experimentais. Muitas vezes são usadas situações-problemas contextualizadas, que se aproximam muito das experiências cotidianas conhecidas pelos alunos. Essas situações acompanham todas as demais atividades, sendo debatidas até mesmo na fase de conclusão da problemática. O problema deve estar contextualizado com a realidade dos alunos para que eles consigam enxergar o que é proposto e utilizar dos seus conhecimentos prévios para resolvê-los (Bonisson; Ferreira; Junior, 2019; Sasseron, 2015).

A alfabetização científica (AC) acontece no contexto escolar quando são desenvolvidas competências e habilidades, atreladas ao conteúdo, que promovem o entendimento de como é construído o conhecimento científico. O estudante é inserido na lógica e na prática do método científico, distanciando-o da visão do cientista como um grupo social distante e excluído dos demais grupos. As SEI colaboram para a AC e na construção de alunos mais ativos e dinâmicos ( Motokane, 2015).

Na AC, os estudantes devem ir além de uma simples contextualização ou aproximação do conteúdo ao cotidiano, construindo uma visão crítica do tema em relação à realidade (Miranda; Marcondes; Suart, 2015) em aulas elaboradas e ministradas por uma licencianda participante de um grupo de reflexão orientada. O trabalho ainda permitiu compreender as possíveis contribuições das ações desenvolvidas para a formação inicial da licencianda participante. Mediante as análises foi possível inferir que as aulas contemplaram características investigativas e indicadores que evidenciaram a promoção de Alfabetização Científica (AC). Os indicadores da AC são as principais habilidades que

os estudantes devem alcançar durante o processo de aprendizagem: como analisar e classificar informações de forma lógica e proporcional, além de levantar hipóteses, testá-las, justificar resultados, fazer previsões e argumentar suas conclusões (Sasseron; Carvalho, 2002).

As subcategorias dos indicadores da AC são construídas em habilidades que permitem os estudantes desenvolverem: atitudes em relação à ciência; postura crítica e investigativa; estruturarem e seguirem procedimentos na análise da informação; construção e teste de hipóteses; entendimento e comunicação dos resultados e exposição das conclusões (Cardoso; Scarpa, 2018; Silva Júnior; Coelho, 2020).

Os procedimentos e as atitudes que o estudante precisa aprender devem ser enxergados ainda no planejamento. As atividades desenvolvidas em sala de aula têm de instigar o estudante a entender a importância de atitudes específicas e a compreender a necessidade dos procedimentos a serem seguidos para a construção do conhecimento. Os conteúdos aprendidos estão ligados ao saber conceitual, o saber fazer dos procedimentos voltados ao método científico, e o ser das atitudes perante a ciência (Silva, 2020).

O planejamento pedagógico é de suma importância para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizado escolar. O alinhamento entre o elaborar, adaptar, executar e avaliar deve ter enfoque principal no trabalho do professor, pois por meio deste, o processo se torna completo, com fundamentação e finalidade. Por meio de uma avaliação prévia do professor, em relação à temática trabalhada e a delimitação das técnicas e ferramentas adequadas a realidade escolar e do alunado, é possível obter um resultado mais satisfatório, comparada à simples mecanização do ensino (Fortes *et al.*, 2018).

Os conteúdos atitudinais estão ligados a posturas que devem ser assumidas pelos estudantes, a mudança de atitude que o aprendizado conceitual vai trazer no indivíduo perante as ciências. Ao planejar as atividades e os aprendizados atitudinais, o

professor deve ter em mente que o aluno já tem atitudes construídas, que podem ser reconstruídas com relação ao trabalho desenvolvido. As atitudes que devem ser promovidas em sala de aula devem estar ligadas à ciência, sua construção e aplicação na sociedade (Frasson; Laburú; Zompero, 2019).

O aprendizado de procedimentos está relacionado em como a ciência produz conhecimento, a forma como adquire, utiliza e comprehende os dados e as informações. Nas atividades investigativas, o estudante deve ser estimulado a entender quais ações devem ser tomadas para a compreensão da informação e do conteúdo. Não são técnicas que o professor deve ensinar para o aluno conseguir aprender, mas práticas construídas durante o aprendizado para o entendimento do conteúdo (Silva, 2020).

Os conteúdos não são menos importantes durante as aulas investigativas, eles devem estar ligados aos procedimentos tomados e as atitudes assumidas no aprendizado. A compreensão do conteúdo deve acontecer de forma significativa, tendo sentido para o estudante, sendo ligado aos conhecimentos prévios e podendo ser aplicado em outras práticas cotidianas (Frasson; Laburú; Zompero, 2019).

Dessa maneira, a SEI desenvolvida e aplicada, que trata da IL de forma transversal e contextualizada, utilizou-se de diversificadas metodologias que tornaram o estudante como personagem ativo no processo. O desenvolvimento dessa atividade destacou as características da IL relacionadas à Fisiologia/Bioquímica, Genética, Expressão Gênica e Evolução, construindo uma relação lógica, completa e concreta de um aprendizado que pode ser aplicado e relacionado ao cotidiano do aluno.

## Intolerância à Lactose

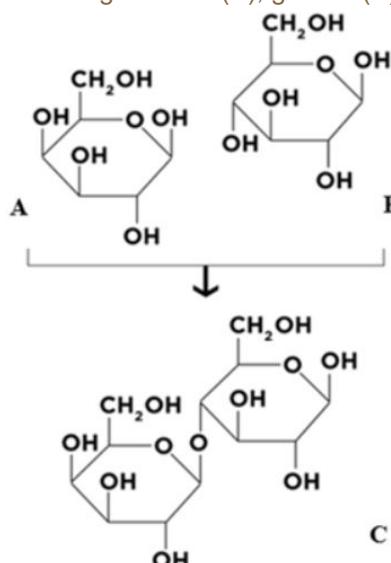
A intolerância à lactose (IL) é um distúrbio digestivo relacionado com a dificuldade no consumo do leite e seus derivados, pois, pessoas afetadas sentem diversos sintomas intestinais

como: diarreia, náuseas, dor abdominal, flatulências, distensão abdominal, entre outros, que trazem bastante incômodo. Sabe-se de relatos da intolerância em indivíduos em diferentes idades e com diferentes agravamentos dos sintomas (Santos; Rocha; Santana, 2019).

O leite de vaca e seus derivados são uma das principais fontes de lactose, tem um importante valor nutricional e está presente na dieta da maior parte da população mundial, sendo uma das principais fontes alimentares de diversos indivíduos. O leite é uma substância rica em proteínas de alta qualidade, com valores significativos de vitaminas e minerais importantes no funcionamento corporal (Sirqueira, 2019).

A lactose (Figura 2.1 C) é um dissacarídeo presente no leite, formado pela ligação de carboidratos simples (D-glicose e D-galactose) e quando ingerido passa pelo sistema digestivo até chegar ao intestino, onde a lactase (D-galactosidase; D-galactosídeo galactohidrolase), presente em indivíduos tolerantes quebra a lactose nos açucares simples que serão absorvidos pela mucosa intestinal (Silanikove; Leitner; Merin, 2015).

Figura 1 - Molécula de galactose (A), glicose (B) e lactose (C).



Fonte: (Szilagyi; Ishayek, 2018).

A maioria das pessoas (e mamíferos em geral) diminui progressivamente a produção da lactase ao longo da vida, desde o período posterior ao desmame, o que torna esses indivíduos cada vez menos propensos a digestão de grandes doses de lactose, tornando-se com o tempo intolerantes a esse açúcar. Essa característica não é observada em algumas pessoas, que persistem com a produção da lactase em níveis normais durante a vida toda, sendo considerados tolerantes (Fumery *et al.*, 2017). A tolerância ao consumo à lactose na fase adulta é uma característica “selecionada” evolutivamente a partir da domesticação de animais e o consumo dos seus derivados pelos humanos (Waizbort; Luz, 2017).

A IL é uma doença genética recessiva, multifatorial, ligada a influência de dois genes, um expresso em uma enzima e outro regulador da expressão gênica, e os sintomas acontecem em diferentes fases de vida. A IL por regulação é facilmente observada na população humana, bem como em todo o grupo mamífero, e a congênita, causada por defeito no gene produtor da lactase, é rara na população (Santos *et al.*, 2020). Em pessoas intolerantes, a lactase não é produzida, ou produzida em níveis abaixo do tolerável, o que dificulta a quebra e absorção da lactose, que se acumula no cólon, sendo fermentado por bactérias, que liberam resíduos que causam os desconfortos intestinais (Szilagyi; Ishayek, 2018).

A IL pode ser classificada como: primária, secundária, de desenvolvimento ou congênita. Cada tipo apresenta características diferenciadas e sua classificação se dá pela fase da vida em que se iniciam os sintomas da intolerância, pela forma em que é desencadeada a doença ou em relação ao processo de produção ou presença da lactase (Labrie *et al.*, 2016).

Na IL primária e secundária, os sintomas são apresentados em um estágio de vida mais avançado, adolescência ou fase adulta. Na primária, o indivíduo diminui progressivamente a produção da lactase depois do desmame, mas os sintomas da não-digestão podem aparecer durante a adolescência ou fase adulta. Na secundária, o indivíduo sofre por infecções intestinais

de outras causas, que acarreta a não produção/diminuição da lactase, o que dificulta a digestão e absorção da lactose. Por meio do tratamento da infecção intestinal pode-se excluir os sintomas da intolerância (Waizbort; Luz, 2017).

A IL do desenvolvimento pode acontecer em bebês prematuros, em que a lactase não está totalmente produzida, nos primeiros dias e começa a sua atividade dias ou semanas depois do nascimento. Já na IL congênita, condição extremamente rara, o indivíduo não tem a produção da enzima lactase, ou produção defeituosa, em nenhuma fase da vida, os sintomas são observados desde os primeiros dias de vida e amamentação é interrompida (Labrie *et al.*, 2016).

A IL pode ser facilmente confundida com uma alergia alimentar, que na maioria das vezes está associada a alergia da proteína do leite de vaca (APLV), com sintomas digestivos e intestinais parecidos. Alergia alimentar é um processo de reação imunológica adversa caracterizada por uma resposta inflamatória causada pelo consumo de uma proteína alimentar. No caso, a APLV trata-se de uma inflamação causada no organismo como ação contra as proteínas alfa-lactoalbumina, beta-lactoglobulina e a caseína (Ribeiro *et al.*, 2022).

Para o diagnóstico da IL alguns testes são utilizados para a observação da quebra pela lactase, indicando sua presença ou não na mucosa intestinal. Alguns dos mais comuns têm o intuito de observar a absorção e liberação de glicose na corrente sanguínea, demonstrando a presença da lactase; de hidrogênio e o metano no ar expirado, o que revela a fermentação pelas bactérias presentes no intestino, o que indica a ausência da lactase na mucosa intestinal; e/ou testes genéticos (Pakdaman *et al.*, 2016; Szilagyi; Ishayek, 2018).

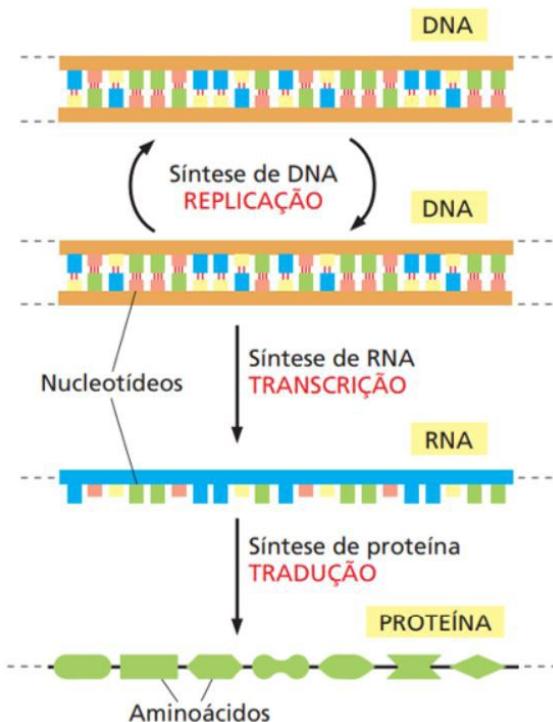
Uma das alternativas, que a maioria das pessoas com IL faz, é excluir o consumo de leite e derivados da dieta, o que afeta a absorção de nutrientes importantes. Nesse sentido, a indústria farmacêutica tem procurado outras saídas, como é o caso dos comprimidos ou sachês de lactase, para ser ingeridos

de forma direta. Já que sua total exclusão da alimentação resulta em grandes deficiências nutricionais e uma predisposição à osteoporose e osteopenia (Santos; Rocha; Santana, 2019).

## Aspectos Genéticos e Moleculares da IL

Os genes são trechos de DNA que contêm a informação para a produção de proteínas, enzimas, como também de produtos que podem atuar na regulação da expressão gênica. As sequências do DNA passam por diferentes processos importantes, desde a replicação e transcrição do gene e posteriormente a tradução do RNA mensageiro com a obtenção do produto proteico (Figura 2.2) (OH *et al.*, 2017).

Figura 2 - Processo de replicação, transcrição e tradução.

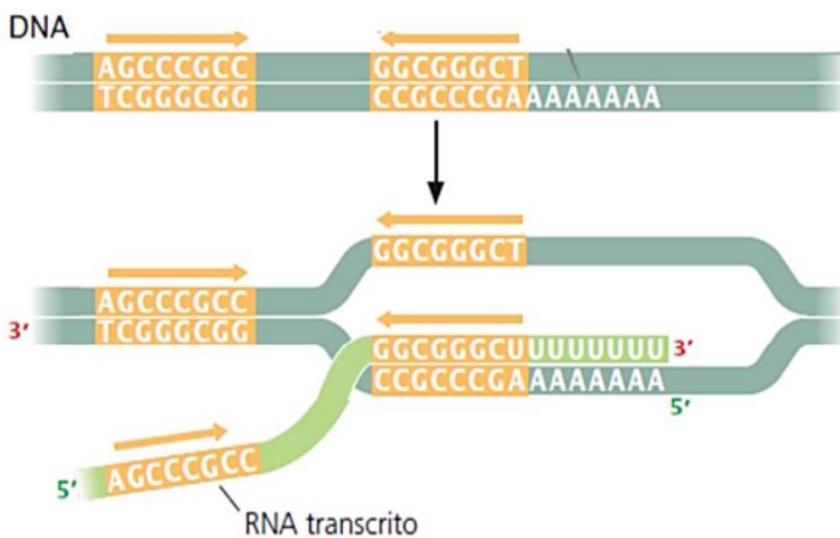


Fonte: (Alberts *et al.*, 2017).

A replicação do DNA é o processo de cópia e duplicação da molécula, ocorre quando a célula-mãe dá origem à duas células-filhas, durante a multiplicação de células, renovação celular ou formação de células germinativas. A transcrição e tradução são diferentes etapas da expressão gênica, quando a informação contida no DNA é transcrita em RNA e traduzida em um produto proteico funcional (Alberts *et al.*, 2017).

Na transcrição, a informação passada do DNA para o RNA funciona como “mensagem” para a tradução. A dupla fita de DNA é aberta, as bases dos nucleotídeos são expostas, e a partir da sequência de bases é construída uma nova fita simples de ribonucleotídeos, que funciona como mensageira para tradução. O RNA passa por um processamento para retirada dos íntrons antes de servir como base para a tradução (Figura 3) (Reece *et al.*, 2015; Pierce, 2016).

Figura 3 - Produção de fita simples de RNA a partir da fita molde do DNA.

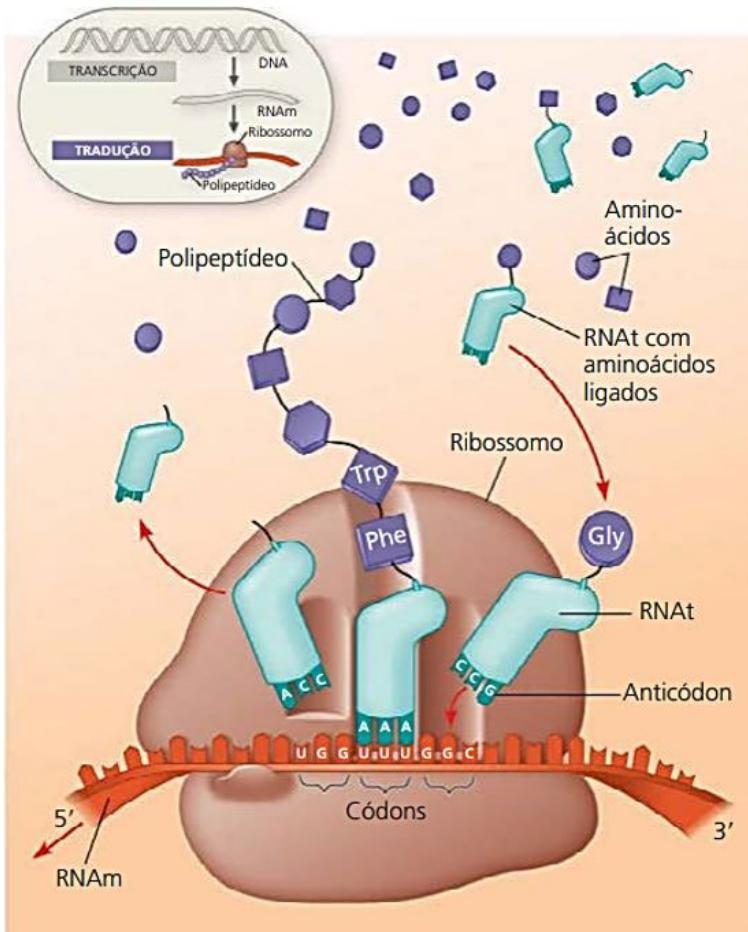


Fita de DNA aberta expondo os nucleotídeos para a inserção dos ribonucleotídeos complementares para a formação da fita simples de RNA. Fonte: Pierce, 2016.

Na tradução, o RNA mensageiro é “lido” pelos ribossomos em trincas (códons), que servem de base para a ligação dos

RNAs transportadores, que carregam o aminoácido correspondente para a formação da ligação peptídica e construção do polipeptídeo (Figura 4) (Reece et al., 2015). Os diferentes peptídeos são agrupados em proteínas com atividades celulares específicas à sua estrutura química. As proteínas desempenham inúmeras funções celulares, desde atividades estruturais na célula e no organismo como para realização de processos bioquímicos importantes (Pierce, 2016).

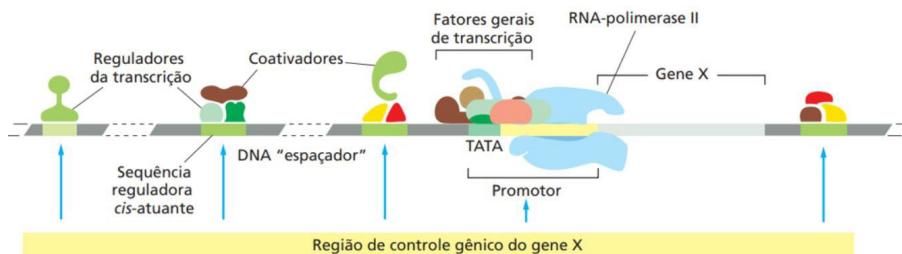
Figura 4 - Síntese do polipeptídeo.



O RNA mensageiro é lido em trincas (códons), que servem de base para a ligação dos RNAs transportadores que carregam o aminoácido correspondente para a formação da ligação peptídica e construção do polipeptídeo. Fonte: Reece et al., 2015.

O produto da expressão de um gene pode variar mediante a necessidade da célula e do organismo. Os genes apresentam regiões reguladoras, que “ligam” ou “desligam” a expressão gênica a partir da ligação de proteínas reguladoras ou substratos específicos. Uma das principais regiões que controlam a transcrição é a região promotora, junto com a sequência TATA, trecho específico do DNA onde se ligam fatores e componentes essenciais da transcrição, como a RNA polimerase. Os fatores gerais da transcrição formam um complexo de transcrição junto com o promotor e marca o início da transcrição do gene (Figura 2.5) (Reece *et al.*, 2015). A RNA-polimerase desempenha sua função apenas com a correta ligação de todos os fatores gerais da transcrição ao promotor, isso só é possível com a “permissão” dos fatores de regulação que ativam ou desligam o processo (Alberts *et al.*, 2017).

Figura 5 - Fatores gerais e reguladores da transcrição de um gene.

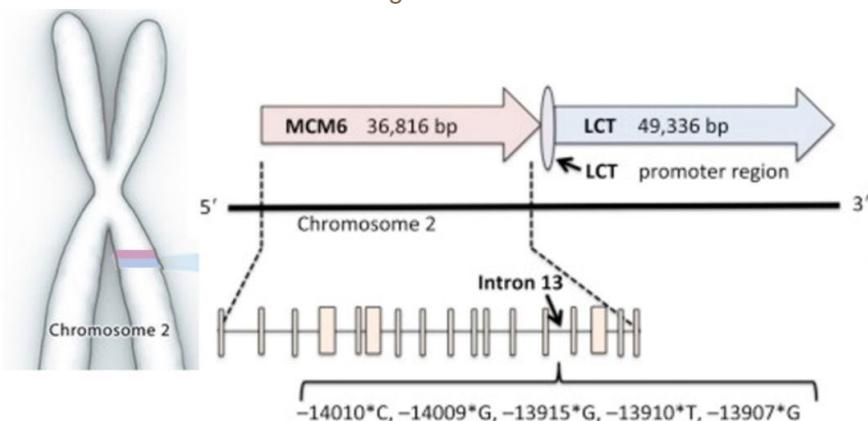


Fonte: Alberts *et al.*, 2017.

Problemas na replicação, transcrição e/ou tradução da informação genética pode interferir na capacidade de tolerar ou não o consumo do leite (Szilagyi; Ishayek, 2018).

O gene LCT, que codifica a lactase, está localizado no cromossomo 2q21 e é regulado por uma região promotora do gene MCM6 de aproximadamente 14 Kb no mesmo cromossomo (Figura 2.6). O MCM6 regula a produção da lactase do LCT em indivíduos com IL primária, sendo assim, o LCT é cada vez menos expresso, resultando na IL (OH *et al.*, 2017; Szilagyi; Ishayek, 2018).

Figura 6 - Representação da região dos genes LCT e MCM6 ligados à IL.



LCT e seu regulador MCM6. \*Mutações na região de íntrons do MCM6 em indivíduos com lactase persistente. Fonte: Biointeractiv.Org, 2014; Walker *et al.*, 2019.

A IL congênita é de origem monogênica (LCT) (Fumery *et al.*, 2017) com herança autossômica recessiva, na qual os indivíduos aa são afetados, não produzem lactase em nenhuma fase da vida e apresentam mutações que impedem a produção da enzima funcional (Pakdaman *et al.*, 2016).

A IL primária é causada pela interação entre dois genes (LCT e MCM6), apresenta também padrão de herança autossômico recessivo (aa) e atinge a maior parte da população mundial. O gene regulador MCM6 inibe a expressão do LCT e com isso diminui a produção da lactase progressivamente, após o desmame (Fumery *et al.*, 2017; Pakdaman *et al.*, 2016).

Por outro lado, observam-se indivíduos lactase persistentes (LP), que são tolerantes ao consumo da lactose durante toda a vida, têm herança autossômica dominante, com mutação de substituição no gene regulador MCM6 (Figura 6) (Labrie *et al.*, 2016; Silanikove; Leitner; Merin, 2015) que afeta 1/3 a 1/4 da população mundial. A característica selvagem dos humanos e de outros mamíferos é do consumo do leite apenas durante o período de amamentação, tornando-se intolerantes na fase adulta e abandonando o consumo de leite após o desmame.

Na Tabela 1, as características gerais da IL foram apresentadas, destacando os dados genéticos, moleculares e fisiológicos, bem como relacionar a IL em seus diferentes tipos, causas, sintomas, diagnóstico e tratamento.

Tabela 1 - Características gerais da Intolerância/Tolerância à Lactose.

Tipo de intolerância/tolerância	Análise genética e molecular			Aspecto fisiológico		
	LAC (Gene LCT*)	Gene regulador (MCM6**)	Padrão de Herança	Causa dos sintomas	Período e ocorrência dos sintomas	Tratamento
Intolerância de desenvolvimento	-	-	-	O indivíduo nasce antes que a enzima esteja completamente sintetizada.	Desde o nascimento (prematuro), desaparece em alguns dias.	Não é necessário. O indivíduo consegue produzir a enzima em alguns dias.
Intolerância congênita	Gene não apresenta informações corretas para codificar uma enzima funcional para a quebra da lactose.	-	Herança autossômica recessiva	Não apresenta produção da enzima funcional.	Desde o nascimento, permanecendo por toda a vida do indivíduo. Característica rara.	Não há cura. Pode ser administrada lactase por via oral no momento da ingestão de lactose.

Tipo de intolerância/tolerância	Análise genética e molecular			Aspecto fisiológico		
Intolerância primária	Normal Enzima funcional durante a infância.	LAC R*** -	Herança autossômica dominante (LCT). Herança autossômica recessiva (MCM6).	Produção da enzima funcional regulada pelo gene recessivo em MCM6.	Depois do desmame, adolescência ou fase adulta.	Não há cura. Pode ser administrada lactase por via oral no momento da ingestão de lactose.
Intolerância secundária	Enzima funcional	-	-	Diminuição ou ausência da enzima na mucosa intestinal por causas secundárias ligadas ao sistema digestivo.	Ligada a inflamações/infecções da mucosa intestinal. Permanece até a conclusão do tratamento.	Tratamento da causa da inflamação da mucosa intestinal.
Lactase persistência	Enzima funcional	LAC P****	Herança autossômica dominante (LCT). Herança autossômica dominante (MCM6).	Produção da enzima funcional durante toda a vida do indivíduo.	-	-

\*Gene codificador da lactase (LCT). \*\*Região reguladora 6 (MCM6). \*\*\*Lactase resistência (regulação). \*\*\*\*Lactase persistência. Fonte: Própria, 2022.

A IL é uma temática complexa e sua discussão em aulas de Biologia oferece inúmeras possibilidades de aprendizado, pois é um tema de integração entre a Fisiologia, Evolução, Genética e Biologia Molecular. No ensino ainda é debatida de forma discreta, na maioria das vezes impulsionada pelo fato de os estudantes terem em seu cotidiano conhecimento sobre a doença ( Garcês; Santos; Oliveira, 2018). O ensino de IL, como de outros temas relacionados à saúde, pode despertar o interesse dos estudantes para o aprendizado de diversos conteúdos como também permite o ensino utilizando diversas metodologias diferenciadas.

# OBJETIVOS

## Objetivo Geral

Desenvolver e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre a herança monogênica da IL de forma contextualizada e relacionada com aspectos bioquímicos, moleculares e evolutivos.

## Objetivos Específicos

- Estimular o processo investigativo da IL, a partir de uma problematização, envolvendo situações do cotidiano;
- Realizar um teste experimental com a lactase e alterações nos níveis de glicose;
- Analisar heredogramas para discutir o padrão de herança monogênica da IL;
- Realizar a expressão gênica e analisar as variações alélicas e seus produtos proteicos;
- Analisar como a história evolutiva resultou em indivíduos tolerantes/intolerantes à lactose;
- Utilizar a SEI como produto para outros professores de Biologia e estimular os estudantes a desenvolverem uma cartilha sobre os aspectos gerais da IL.

# METODOLOGIA

## Amostra

A pesquisa é de natureza explicativa, interventiva e quali-quantitativa. A pesquisadora buscou explicar as causas e fatos ocorridos na aplicação da SEI a partir do registro, análise, classificação e interpretação do desempenho dos estudantes. Além disso, atividades de intervenção foram realizadas para a coleta de dados, sendo avaliados de forma qualitativa, buscando o entendimento e o desempenho dos estudantes em habilidades e aprendizados, e quantitativa, para quantificar o aprendizado dos estudantes (Gil, 2008; Prodanov; Freitas, 2013).

O público-alvo foi uma turma de 30 estudantes do 3º ano do Ensino Médio Técnico em Informática de uma escola estadual profissionalizante rural da cidade de Guadalupe – PI (Figura 4.1). O público escolhido foram estudantes que já têm conhecimentos básicos sobre a estrutura do DNA, replicação e expressão gênica aprendidos na disciplina de Biologia no 1º ano do Ensino Médio. Os estudantes tinham idade entre 16 e 21 anos (a maior parte da turma apresenta idade/série em defasagem - apenas 1 estudante com 16 anos e 3 estudantes com 17 anos), sendo 17 deles do gênero masculino e 13 do gênero feminino. O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual do Piauí (CEP/UESPI) (Parecer nº 4.040.458).

A escola oferece cursos técnicos como: Administração, Agropecuária, Agroindústria, Informática, Meio Ambiente e Zootecnia e atende em média a 400 alunos nos turnos matutino, vespertino e noturno. A escola desempenha suas atividades nas modalidades de ensino técnico, alternância e com o Programa de Integração da Educação Profissional ao Ensino Médio na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (PROEJA) concomitante ou subsequente.

Figura 7- Localização da cidade de Guadalupe-PI, na região Nordeste do país.



Fonte: Google Maps, 2022.

## Procedimentos

A SEI foi desenvolvida em seis momentos, durante 9 aulas (45 min. cada), e teve como foco o debate sobre: 01. Situação problematizadora das causas da IL (1 aula); 02. Teste experimental dos níveis de glicose em amostras de leite (1 aula); 03. Heredograma de indivíduos testados para IL (2 aulas); 04. Seqüências de DNA e da expressão gênica (2 aulas); 05. Evolução do consumo de leite na população humana (2 aulas) e 06. Conclusões, debate, análise retrospectiva dos processos, retomada e resolução da situação-problema (1 aula). Após a SEI, os estudantes produziram uma cartilha digital explicativa e responderam ao questionário feedback sobre as atividades realizadas (1 aula).

Os momentos da SEI foram realizados no período de retorno das aulas presenciais, depois do afastamento devido a Covid-19. O contexto da aplicação foi adaptado para obedecer às regras de retorno estabelecidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC). Assim, nenhuma atividade foi realizada em grupo na sala e a cartilha foi produzida em grupo, mas utilizando recursos digitais e sem manuseio de materiais entre os estudantes. As aulas

aconteceram em horários reduzidos de 45 min. para diminuir o período de permanência do aluno na escola.

Todos os momentos da SEI foram gravados com um smartphone e as falas foram transcritas em episódios para análise mais completa da situação desenvolvida, da postura tomada pela professora e estudantes e dos resultados obtidos. Esta gravação foi utilizada para avaliação do contexto verbal e não-verbal construído em sala de aula e no auxílio da compreensão da SEI.

De forma específica, a SEI foi organizada em diferentes momentos descritos a seguir.

## *Problematização*

Inicialmente, uma situação-problema fictícia (Apêndice A) e uma imagem problematizadora (Anexo A) sobre o consumo do leite por humanos envolvendo a IL por defeito na produção e/ou diminuição da enzima, ou por mutação foi apresentada aos estudantes. Eles foram estimulados a levantarem hipóteses para resolver a problemática, refletir sobre os diferentes efeitos colaterais ao consumo do leite e como a idade e a genética podem interferir nesta questão.

Em seguida, os estudantes de forma dialogada discutiram entre eles e com a professora sobre questões motivadoras (preparadas pela docente) sobre a problematização: 1. Por que o rapaz sente desconforto quando consome leite? 2. Por que o problema surgiu depois de alguns anos, já que sua mãe apresenta desde bebê? 3. Há relação entre mãe e filho quanto ao problema ou é somente uma coincidência? 4. Como os médicos podem diagnosticar se o rapaz ou a mãe apresentam o mesmo tipo de IL? 5. Você considera a IL como uma doença? Infecciosa? Crônica? Transmissível? Hereditária? 6. Quais os sintomas apresentados por intolerantes a lactose após o consumo do leite? 7. É um problema adquirido ao longo do tempo ou desde o nascimento?

## Teste de Tolerância à Lactose

Inicialmente, a professora propôs a necessidade de um teste experimental em relação ao diagnóstico da IL. Por meio de debates, os estudantes conversaram entre si e propuseram sobre materiais e procedimentos que poderiam ser utilizados, levando em conta sua experiência em realização de testes laboratoriais. Em seguida, a professora e a turma dialogaram sobre um experimento realizado na própria sala de aula para observação da quebra da lactose pela enzima lactase (Colvard; Clements, 2011). Esta atividade instigou os estudantes a entenderem os processos da digestão da lactose e a levantar hipóteses sobre a relação entre os resultados observados no experimento e a IL.

O experimento realizado em sala de aula, contou com a participação dos estudantes na manipulação dos materiais e demonstração para toda a turma dos procedimentos e resultados encontrados. Durante o procedimento (Figura 8), os estudantes de forma colaborativa colocaram em cada copo descartável 35 mL de leite integral e 5 mL de amostra com ou sem lactase. As amostras dos indivíduos lactase persistentes continham uma solução de lactase em água mineral e nos indivíduos com IL, apenas água mineral.

Para os grupos controles, foram utilizadas soluções de água mineral e lactase (1:1) e leite (35 mL) no positivo e apenas água mineral e lactase (5 mL) no negativo. Todos os frascos foram rotulados com nome e idade de 6 personagens da Marvel: Homem de Ferro (29 anos), Thor (1 ano e 5 meses), Viúva Negra (25 anos), Capitã Marvel (19 anos), Gamora (6 meses) e Hulk (45 anos). Os estudantes utilizaram 3 fitas de medição de glicose (tiras para urianálise da Labor Import) para cada personagem e controles em todos os frascos para obter os níveis de glicemia após 0, 30 e 60 s. Em seguida, os estudantes tabularam os dados dos controles e pacientes (Apêndice B).

Figura 8 - Materiais utilizados no teste-experimental de quebra da lactase.



1 - Fita de urianálise. 2 - Lactase em comprimidos. 3 - Cronômetro.  
4 - Leite Integral. 5 - Água mineral. 6 - Lactase diluída em água.

Fonte: Própria, 2022.

Ao fim da atividade, para verificar a compreensão e a capacidade argumentativa, os estudantes responderam de forma individual às questões: 1. Por que adicionar a lactase no leite? 2. O que você observou após a adição da lactase com o passar do tempo? 3. Por que medir o nível de glicose no processo? 4. Você considera possível que algum familiar dos pacientes intolerantes também apresente este problema?

## *Heredogramas*

Os heredogramas (Apêndice C) de cada personagem da Marvel, testados anteriormente no experimento da quebra da lactose, foram entregues a cada estudante, que avaliaram os afetados e normais, relação de parentesco e depois as respostas foram socializadas com a turma. A atividade teve o propósito de instigar os estudantes a entender que há uma relação genética com os sintomas fisiológicos apresentados pelos indivíduos do apêndice A e dos resultados da prática experimental. Posteriormente, no quadro e de forma conjunta, os estudantes discutiram os resultados e tabulou-se os dados (Apêndice D) com base nas informações dos heredogramas.

Neste momento, questões individuais foram respondidas pelos estudantes como: 1. Há relação familiar no aparecimento de sintomas da IL? 2. Qual sua hipótese para que alguns indivíduos apresentassem sintomas de IL depois de algum tempo de vida e de consumir leite normalmente no passado? 3. Qual o padrão de herança da IL? 4. O que falta nas pessoas com IL para que não ocorra a digestão do leite? 5. Para a IL somente um fator é necessário para a produção do fenótipo? Explique.

## Expressão Gênica

Nessa atividade, individualmente, cada estudante analisou as duas cópias do gene MCM6 (gene regulador da atividade do gene LCT codificador da enzima lactase) de um dos personagens da Marvel, verificando se há alguma sequência nucleotídica diferente e obter a expressão gênica (Anexo B). Depois, os resultados foram discutidos entre a turma e compartilhados, para preenchimento conjunto e dialogado dos dados, analisando as possíveis divergências.

Ao final, os estudantes de forma individual responderam às questões: 1. Qual o local da mutação? 2. Em termos moleculares, como poderíamos representar o indivíduo normal, portador e o intolerante? 3. Quantos e quais são os fatores que interagem para definir um indivíduo tolerante ou intolerante?

## Análise Evolutiva

Os estudantes investigaram a seguinte questão: “como é a proporção de tolerantes e intolerantes hoje e como ocorreu a história evolutiva da IL?” Os estudantes tiveram como fonte motivadora: um vídeo explicativo (<https://www.youtube.com/watch?v=l6QdnomElZ0>) sobre a IL produzido pelo Médico Dráuzio Varella em entrevista com Paulo Carvalho, médico gastroenterologista; um mapa com as diferentes populações do planeta, as porcentagens de cada população sobre o consumo e digestão do leite (Carbonari, Hueck, 2019) e um texto sobre a história do

consumo do leite na população humana (Anexo C) (Fagundes Neto, 2014).

Os estudantes dialogaram sobre as seguintes questões elaboradas pela professora: 1. Há alguma relação da história dos povos e a possibilidade de hoje os indivíduos terem a capacidade ou não de digerir o leite? 2. Se as populações são diferentes para essa característica, qual a “selvagem” e qual a mutante? 3. O texto fala que a IL consiste em traço genético e traço cultural, explique essa relação. 4. Como podemos entender, em números, a influência cultural do consumo do leite na história evolutiva de cada população? 5. Como o DNA determina se os indivíduos irão tolerar ou não o consumo do leite?

## Conclusão

Os estudantes, juntamente com a professora, fizeram uma análise retrospectiva de todas as atividades desenvolvidas, hipóteses levantadas e resultados obtidos. Por meio de um debate final, os estudantes puderam concluir a solução da problemática inicial.

Em seguida, para reforçar os principais pontos, os estudantes desenvolveram uma cartilha informativa digital com o auxílio da plataforma Padlet (<https://padlet.com/sintianemarialima/p2pwv37kwbgbgmqu>) com os conhecimentos adquiridos ao longo da SEI. Nela foram abordados os aspectos fisiológicos, genéticos, evolutivos, históricos e moleculares da IL de forma resumida e dinâmica. Por fim, com a aprovação da cartilha pelo diretor e corpo docente da escola, realizou-se a divulgação para os estudantes da escola por meio de QR code.

## Feedback da SEI

O questionário feedback (Apêndice E) foi composto com cinco questões sobre abordagem investigativa; teste experimental; heredogramas; expressão gênica e análise evolutiva. Para

cada item, os estudantes colocaram respostas com notas de zero a cinco durante 30 minutos e os dados foram expressos em média percentual. Esse momento teve o intuito de verificar a percepção dos estudantes sobre a SEI no ensino da IL.

De forma resumida, os momentos da SEI foram descritos na Tabela 2 abaixo:

**Tabela 2 - Momentos da SEI realizados com estudantes 3º ano do Ensino Médio Técnico de Guadalupe - PI.**

<b>Momento</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Conteúdo</b>	<b>Estratégia</b>
Problematização (1 aula/ 45 min.)	Introduzir o tema por meio de imagem e situação-problema fictícia para produção e debate de hipóteses, pelos estudantes.	Características e sintomas da IL (fisiologia).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise da situação-problema e relação com as experiências e vivências cotidianas.</li> <li>- Observação crítica e diálogo sobre os fatos demonstrados na imagem;</li> <li>- Anotar as informações expostas;</li> <li>- Debate de questões motivadoras.</li> <li>- Propostas de metodologias para testagem da IL.</li> </ul>
Teste-experimental (1 aula/ 45 min.)	Observar alteração dos níveis de glicose durante a quebra da lactose nos diferentes personagens da Marvel.	Quebra da lactose e aumento nos níveis de glicose (bioquímica).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar teste experimental por meio da quebra de lactose presente no leite com a lactase;</li> <li>- Análise da mudança nos níveis de glicose ao longo do tempo;</li> <li>- Produzir uma tabela, relacionando as mudanças nos níveis de glicose ao longo do tempo;</li> <li>- Resolver questões individuais sobre o tema.</li> </ul>
Heredogramas (2 aulas/ 45 min.)	Entender o padrão de herança da IL.	Hereditariedade e IL (Genética).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise de heredogramas fictícios de cada personagem da Marvel;</li> <li>- Análise dos genótipos dos indivíduos e organizá-los em grupos de intolerantes e tolerantes;</li> <li>- Proposta de um modelo explicativo quanto ao padrão de herança;</li> <li>- Resolver questões individuais.</li> </ul>

Momento	Objetivo	Conteúdo	Estratégia
Análise Molecular Lúdica (2 aulas/ 45 min.)	Entender a relação DNA/RNA/ PROTEÍNA, referente ao gene da lactase e o seu regulador.	Expressão do gene regulador (MCM6) e relação entre genótipo e fenótipo (Molecular).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar a transcrição do DNA e tradução dos indivíduos testados;</li> <li>- Propor a relação entre o genótipo observado e o fenótipo do indivíduo;</li> <li>- Compreender os diversos aspectos estudados;</li> <li>- Resolver questões individuais.</li> </ul>
Análise Evolutiva (2 aulas/ 45 min.)	Compreender a evolução histórica da tolerância a lactose e a relação evolutiva entre as diferentes populações humanas.	Evolução dos tipos de digestão da lactose.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discutir como é a proporção de tolerantes e intolerantes hoje e como ocorreu a história evolutiva da IL;</li> <li>- Assistir vídeo sobre a IL;</li> <li>- Análise de texto e mapa referente ao consumo humano do leite em diferentes períodos e regiões do planeta;</li> <li>- Debate sobre hipóteses levantadas em relação ao entendimento do texto.</li> <li>- Diálogo sobre questões elaboradas pela professora.</li> </ul>
Conclusão (1 aula/ 45 min.)	Analizar toda a SEI, hipóteses levantadas e resultados obtidos e retomar o problema inicial.	Resumo sobre os principais aspectos debatidos da IL.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar uma retrospectiva das atividades e temas debatidos na SEI;</li> <li>- Conclusão da resolução da problemática inicial de forma argumentativa e individual;</li> </ul>
<b>Após a SEI</b>			
Produção da cartilha informativa e ilustrada sobre a IL. (Assíncrona)	Reforçar e compartilhar as informações adquiridas na SEI.	Resumo sobre as principais informações sobre a IL.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produzir material resumido e ilustrado sobre a IL.</li> <li>- Produção de mural informativo digital na plataforma Padlet.</li> <li>- Divulgação da cartilha digital por meio do QR Code.</li> </ul>
Feedback dos Estudantes (1 aula/ 30 min.)	Avaliar a percepção dos estudantes sobre a SEI.	Relevância das práticas pedagógicas ativas no contexto escolar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análise da percepção dos estudantes no ensino da IL no contexto escolar por meio de um questionário.</li> </ul>

IL – Intolerância à lactose. Fonte: Própria, 2022.

# Análise dos Resultados

A coleta de dados foi realizada em diversos momentos do processo por meio de gravação de áudio, questões, atividades, produção de tabelas e debates conduzidos pela professora, em que os estudantes expuseram suas ideias e argumentações.

Os dados foram utilizados para analisar de forma qualitativa o desenvolvimento de competências conceituais, atitudinais (posicionamento crítico e investigativo perante à situação-problema; trabalhar em grupo de forma colaborativa; buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças) e procedimentais (estruturar ideias por meio de desenho, linguagem escrita ou oral, compreensão e organização conceitual da informação; interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos; elaborar e testar hipóteses e elaborar relatório) (Tabela 3) de acordo com Barcellos e Coelho (2019).

Tabela 3 - Competências atitudinais e procedimentais.

Competência	Categoria	Subcategoria
Atitudinal	Atitudes com respeito a ciência	A1: Ter o posicionamento crítico e investigativo perante a situação-problema.
	Atitudes com respeito à aprendizagem de ciências	A2: Trabalhar em grupo de forma colaborativa. A3: Buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças.
	Aquisição da informação	P1: Estruturar ideias por meio de tabelas, gráficos, linguagem escrita ou linguagem oral.
Procedimental	Interpretação da informação	P2: Interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos.
	Análise de informação e realização de inferências	P3: Elaborar hipóteses. P4: Desenvolver modelos explicativos. P5: Testar hipóteses.
	Compreensão e organização conceitual da informação	P6: Realizar inferências. P7: Construir sínteses. P8: Fazer generalizações para outros contextos.

Competência	Categoria	Subcategoria
Procedimental	Comunicação da informação	P9: Realizar exposição oral. P10: Elaborar relatório.

A= Atitudinal. P=Procedimental. Fonte: Barcellos, Coelho (2019).

As interações discursivas foram apresentadas, relacionando a participação do estudante (fala numerada) a um nome fictício.

Ao final de cada momento, os estudantes, individualmente, responderam a questões abertas da SEI. As respostas foram adaptadas segundo Silva e Trivelato (2017) e agrupadas nas seguintes classes: classe 0 = resposta do tipo não sei ou em branco; classe 1 = Resposta sem conexão com o que foi desenvolvido durante a SEI; classe 2 = Resposta embasada na temática debatida durante a SEI; classe 3 = Resposta que utiliza os argumentos da SEI, mas que vão além, interligando com o contexto social e cultural do estudante. Os resultados das classificações foram expressos em médias percentuais.

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de ensino e aprendizado é uma tarefa árdua, que consiste em um esforço duplo, tanto do professor quanto do estudante, que pode ser minimizado pela busca por ferramentas, métodos e abordagens mais dinâmicas e diversificadas, alcançando diferentes competências e habilidades. Assim, no ensino por investigação, o estudante atua de forma crítica, concreta e contextualizada, com os seus conhecimentos prévios e suas observações e experiências do cotidiano, motivando e instigando-o à participação. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo desenvolver e aplicar uma SEI sobre herança monogênica da intolerância à lactose de forma contextualizada e relacionada com aspectos bioquímicos, moleculares e evolutivos.

## Análise das Interações Discursivas e Questões Individuais

### A) Episódio 1

As discussões do conhecimento prévio dos estudantes sobre a IL e a situação-problema (Tabela 4) foram classificadas de acordo com a percepção atitudinal e/ou procedural. Nas falas transcritas (2 a 7), observa-se que os estudantes João e José fizeram exposições orais (P9) sobre terem a doença e apresentar os sintomas da IL, além de citar que se sentem mal ao consumir leite, demonstrando uma postura procedural de estruturar (P1) e interpretar a ideia (P2) presente no questionamento da professora de acordo com seu cotidiano. De forma geral, os outros estudantes também relataram que conheciam pessoas com o problema, que já tinham ouvido falar do termo e sobre conhecer alguns sintomas e características da doença.

Em seguida, a professora apresentou a situação-problema (Apêndice A), envolvendo uma família com tolerantes e IL e com questões a serem investigadas. Durante as interações e troca de ideias, os estudantes colaboraram entre si, respeitando as opiniões e ideias dos colegas (A3), apontaram seu entendimento, manifestação dos sintomas e como é determinada a doença, mostrando um posicionamento crítico em relação à situação-problema (A1). Alguns termos conceituais (lactase, lactose, carboidratos, enzimas) foram mostrados na imagem e também observados na fala dos estudantes após a análise (Tabela 4).

Tabela 4 - Episódio 1 – Introdução à temática da intolerância à lactose e discussão da situação-problema com os estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe - PI.

Falas transcritas	Categoria
1. Professora: vocês já ouviram falar sobre intolerância à lactose?	
2. João: eu tenho!	P2/P9
3. José: à leite?	P9
4. Professora: é, intolerância à leite.	
5. José: Eu tenho!	P2/P9
6. Professora: se você tomar leite, se sente mal ou se sente bem?	
7. João: me sinto mal	P1/P9
Apresentação e discussão da situação-problema	
8. Professora: Quanto ao problema: por que o rapaz da situação sente desconforto quando consome leite?	
9. João: por causa do açúcar!	P2/P6
10. Professora: como é o nome do açúcar?	
11. Pedro: lactose!	P6
12. Professora: E ele sente desconforto em relação a esse leite, por quê? [...]	
13. Paulo: Porque ele é intolerante!	P2/P6
14. Professora: [...] pessoas intolerantes à lactose não conseguem digerir a lactose, o açúcar do leite. Por quê?	
15. Pedro: porque não produzem lactase.	P2/P6
16. Professora: [...] E qual é a função da lactase?	
17. Pedro: quebrar a lactose.	P2/P6

Falas transcritas	Categoria
18. Professora: Por que os sintomas vieram aparecer depois de alguns anos, já que sua mãe apresenta desde bebê? [...] tem algum tipo de relação (hereditária) entre isso?	
19. José: eu acho que sim.	P9
20. Professora: [...] é uma relação hereditária ou um simples acontecimento na família?	
21. João: existe! É (hereditário)	P6
22. Tiago: não (acaso). É hereditário.	P6
23. Professora: como os médicos podem dizer se o rapaz e a mãe têm realmente intolerância à lactose?	
24. João: Fazendo exame.	P3
25. Maria: primeiro ele faz exame.	P3
26. Professora: [...] que exame seria?	
27. Maria: o exame sanguíneo.	P3
28. Professora: Vocês consideram a intolerância à lactose uma doença?	
29. João: sim, é uma doença!	P6
30. Professora: é uma infecção? É (doença) infecciosa?	
31. Mateus: não	P6
32. Professora: não é uma infecção? Por quê?	
33. Ana: é por que pode passar pro filho.	P6
34. Professora: é transmissível? Ele falou de passar pros filhos, é transmissível?	
35. Tiago: é	P6
36. Professora: [...] eles dois (estudantes intolerantes) têm intolerância à lactose, eles podem passar pra gente?	
37. Estudantes: Não!	P6
38. Professora: é crônica? Crônica é uma doença que você não cura.	
39. Maria: ela pode ser curada.	P6
40. Professora: a intolerância à lactose pode ser curada?	
41. João: não.	P6
42. José: pode, que eu tomei remédio.	P8/P9
43. Professora: o médico passou pra vocês (estudantes com intolerância) algum remédio que cure a intolerância à lactose?	
44. João: não	P9
45. José: não	P9

Falas transcritas	Categoria
46. Professora: ele disse que era pra vocês fazerem o que?	
47. João: não tomar (leite)!	P9
48. José: não ingerir aquilo que era ofensivo a mim. Ele só passou uma caixa pra que se eu sentisse, eu não sei o nome do remédio mais.	P8/P9
49. Professora: então ele não passou um remédio para curar?	
50. José: não! Passou para controlar.	P8/P9
51. Professora: para controlar...é uma doença crônica ou pode ser curada?	
52. Estudantes: crônica!	P6
53. Professora: é transmissível?	
54. Estudantes: não	P6
55. Professora: [...] É Hereditária?	
56. Estudantes: é	P6
57. João: Talvez.	P6
58. Professora: É um problema adquirido ao longo do tempo ou a gente já tem desde que nasce?	
59. João: desde que nasce	P6
60. Maria: algumas pessoas têm depois de um tempo	P3
61. José: eu acho que depende	P6
62. Paulo: depende!	P6
63. Professora: depende de que?	
64. Paulo: uns já tem desde o começo e outros adquirem depois de um tempo.	P3
65. João: depois que para de mamar. Depois de grande.	P8/P9

A= Atitudinal. P=Procedimental. Fonte: Própria, 2022.

Na análise da situação-problema (Tabela 4), observou-se que João, Pedro e Paulo participaram do diálogo da identificação da situação do rapaz (falas 8 a 17), interpretando ideias estruturadas na imagem problematizadora (P2) e demonstrando sua compreensão por meio da inserção de termos conceituais nas inferências (P6) realizadas nas falas 9, 11, 13, 15 e 17. Os alunos apresentaram posicionamento crítico (A1) a partir das informações apresentadas na imagem e relacionaram com a digestão da lactose (falas 8 a 17).

Nas falas 18 a 22, os estudantes discutem sobre a existência de uma relação hereditária com a IL e a professora instiga os estudantes ao debate (fala 20). José acredita (fala 19) que é um fator hereditário (P6), enquanto João e Tiago afirmaram que há essa relação (falas 21 e 22), demonstrando o posicionamento crítico (A1). Posteriormente, João e Maria debatem de forma colaborativa sobre como pode ser feito o diagnóstico da IL (falas 23 a 27) e propõem a hipótese (P3) da realização de um exame sanguíneo. Além disso, os mesmos permanecem analisando e se posicionando de forma crítica em relação à situação-problema (A1/A2).

Depois, os estudantes são instigados a verificar se a IL é uma doença transmissível, infecciosa, hereditária ou crônica (falas 28 a 57). Nesse momento, eles dialogaram e fizeram afirmações sobre a manifestação fisiológica da doença (P6/P9), com base nas ideias construídas e nos seus conhecimentos prévios. João afirma (fala 29) que a IL é uma doença (P6) e Ana (fala 33) afirma que seria infecciosa por ser passada ao longo das gerações. Tiago colabora com a ideia (fala 35) (A2/P6), mas logo depois os estudantes (fala 37) concluem que afirmação em relação a ser uma infecção transmissível era equivocada.

Em sequência, Maria diz (fala 39) que a IL pode ser curada (P6), José colabora (A2) com a ideia (fala 42) a partir de sua experiência com a doença e relata sobre o seu consumo de remédios (P8/P9). No entanto, João e José expõem de forma oral (P9) (falas 44, 45, 47, 48, 50 e 52), por meio de um diálogo colaborativo e crítico (A1/A2), que era uma informação equivocada e que os sintomas podem ser controlados com a não ingestão de leite e derivados, fazendo relação com seu próprio cotidiano (P8).

No final do episódio 1, ocorre a discussão sobre a fase da vida em que os sintomas da IL começam a surgir (falas 58 a 65). Os estudantes apresentaram ideias divergentes, mas colaborativas (A2/A3). Maria e Paulo (falas 60 e 64) levantaram hipóteses (P3) em relação ao surgimento dos sintomas pelo consumo de leite e derivados. João faz a relação com a fase da vida após o

desname (fala 65), levando em conta que ele apresenta sintomas desde muito pequeno, contextualizando a ideia com suas experiências (P8), demonstrando que avaliou a situação-problema e inseriu em seu contexto (A1).

De forma geral, em suas falas, pôde-se observar competências de aprendizado atitudinal e procedural, principalmente em relação a interpretar ideias (P2), afirmar termos e conceitos (P6), relacionar o tema da discussão a outros contextos, principalmente com o cotidiano (P8) e expor de forma oral ideias mais concretas e consolidadas do assunto (P9). Além disso, os estudantes demonstraram uma postura crítica perante a situação-problema (A1), dialogando entre si e trocando ideias e informações (A2/A3), analisando a situação do rapaz, as características da doença e inserindo nas discussões os aprendizados da análise da imagem problematizadora.

No presente estudo, os estudantes sentiram-se motivados a participar, pois a maioria deles já ouviu falar da IL. Mesmo que as argumentações fossem representadas com falas mais resumidas, já é perceptível o envolvimento daqueles que ficam resistentes em falar, por não serem estimulados no ambiente escolar. Nas argumentações sobre temas do cotidiano, abordam-se conhecimentos que os estudantes já têm, e que podem se tratar de informações relevantes na ciência e que eles ainda não tinham percebido (Brito; Fireman, 2016; Silva; Castro; Sales, 2018). Além disso, o fato de a turma analisada apresentar alunos com realidades diversificadas, com diferentes experiências de vida, tornou a discussão importante para trocas de conhecimentos sobre temáticas de cunho cultural e social (Assis; Araujo-Jorge, 2018).

Os estudantes demonstraram interesse e motivação pela situação-problema, que foi observado pela rápida inserção de termos apresentados nas suas falas, demonstrando análise crítica e frequente retomada dos personagens pelos estudantes. Esse fato, ressalta a importância da problematização no empenho dos estudantes, sendo o momento na qual o tema é apresentado, contextualizado, norteia o raciocínio dos alunos e motiva a in-

vestigar sua resolução, sendo um dos pilares fundamentais em uma SEI para o desencadeamento dos momentos subsequentes (Cardoso; Scarpa, 2018; Carvalho, 2018).

Após esse momento, a professora trouxe o debate em torno do diagnóstico da IL do indivíduo da situação-problema, além da análise do processo de funcionamento da enzima e digestão da lactase.

## B) Episódio 2

No episódio 2 (Tabela 5), o teste experimental para o diagnóstico da IL foi realizado de forma conjunta e dialogada por todos. Os estudantes que receberam os frascos, permaneceram em seus lugares na sala e ficaram em pé para melhor visualização de todos, pois na determinação de retorno às aulas presenciais devido à Covid-19, eles não poderiam ser reunidos em grupos e nem compartilhar os materiais e utensílios dos experimentos.

O debate iniciou-se com José (falas 1 a 8), construindo um modelo explicativo (P4) a partir de várias hipóteses (P3) sobre o teste do indivíduo da situação-problema para o diagnóstico da IL. Nesse momento, ele expõe sobre a necessidade da realização de um exame de sangue, após o consumo do leite e observação do aparecimento dos sintomas. José (fala 10) também relaciona os sintomas da IL com a possibilidade de uma alergia alimentar, fazendo uma exposição oral (P9) de uma informação citando um outro contexto (P8). Em seguida, os estudantes, de forma colaborativa (A2) fazem inferências (P6), apresentando informações conceituais sobre a quebra e absorção da lactose (falas 11 a 16), relacionando o contexto experimental com os termos conceituais apresentados na situação-problema (A1).

Depois, os estudantes discutiram como realizar o teste experimental (falas 17 a 38). José propõe (falas 19 e 21) um modelo explicativo (P4) em relação a hipótese (P3) da necessidade de aguardar o tempo da ação da enzima para a liberação da glicose

na circulação sanguínea, demonstrando assim uma percepção crítica em relação à problemática inicial (A1) e a contextualização com o sistema circulatório e digestório (P8). Os estudantes, de forma colaborativa (A2), fizeram inferências (P6), utilizando termos e conceitos apresentados ao longo dos debates (falas 23, 25 e 27).

**Tabela 5 - Episódio 2 – Discussão sobre as etapas do teste experimental com estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe - PI.**

Falas transcritas	Categoria
1. Professora: O que vamos fazer para saber se aquele rapaz (situação-problema) tem intolerância ou não? O que podemos fazer (exame) com ele?	
2. José: de sangue	P3/P4
3. Professora: um exame de sangue...pra quê? Vocês vão procurar o que no sangue dele?	
4. José: se tem alguma coisa fora do comum. Se tem uma inflamação, ou pode ser alguma outra coisa que tá acontecendo com ele sem ser a intolerância.	P3/P4
5. Professora: e pra saber se ele é intolerante? A gente tiraria o sangue dele?	
6. José: tinha que fazer o teste com leite.	P3/P4
7. Professora: teste com leite... como seria?	
8. José: botar para ele ingerir...se ele sentir (os sintomas).	P3/P4
9. Professora: se ele beber e sentir (sintomas), quer dizer que é intolerância?	
10. José: não, pode ser que seja alergia.	P8/P9
11. Professora: [...]. Em relação ao teste de intolerância, o que a gente iria buscar nesse sangue? Botou pra ele beber e pra ele tirar o sangue pra procurar o que nesse sangue?	
12. Estudantes: lactose!	P6
13. Professora: A lactose que vai pro sangue dele?	
14. Estudantes: o açúcar	P6
15. Professora: que tipo de açúcar?	
16. Maria: a glicose	P6
17. Professora: [...] Se eu sou uma pessoa normal (para a característica), eu “quebro” a lactose se eu beber o leite, furar o dedo depois de um tempo, vai ter glicose lá. Uma pessoa que é intolerante... ela bebe um copo de leite, depois fura o dedo pra procurar glicose, vai achar glicose ou não?	

Falas transcritas	Categoria
18. Estudantes: não!	P6
19. José: não, porque não deu tempo de correr no sangue (faz gesto que demonstra a circulação sanguínea).	P3/P4/P8
20. Professora: então tem que esperar um tempo? Tem que ter um tempo.	
21. José: tem que ter um tempo de uma hora de relógio.	P3/P4/P8
22. Professora: [...] E se depois de uma hora, estava com fome, bebeu só leite, e não apareceu glicose no sangue dele, quer dizer que ele digere ou não digere (lactose)?	
23. Estudantes: não digere.	P6
24. Professora: não digere...quer dizer que ele não tem o que?	
25. Estudantes: lactase.	P6
26. Professora: ele não tem lactase...quer dizer que ele é tolerante ou intolerante?	
27. Estudantes: Intolerante.	P6
28. Professora: O que tem de ter no teste?	
29. João: leite!	P4/P6
30. Professora: Uma pessoa que bebe leite e que é tolerante... o que tem dentro do intestino dela que quebra o leite?	
31. Paulo: lactase!	P4/P6
32. Professora: O que mais eu posso usar no teste? Só misturar os dois (leite e lactase), se eu misturar os dois eu vou ter o que?	
33. Ana: glicose!	P4/P6
34. Professora: como eu posso saber se liberou ou não glicose? Já que não posso tirar o sangue de vocês, quais os outros exames podemos fazer?	
35. José: urina!	P6
36. Professora: Urina. Tem como saber se tem glicose ou não na urina?	
37. Paulo: eu acho que não, professora!	P6
38. José: eu acho que sim.	P6
39. Professora: glicose...pra saber se tem glicose a gente tem as tirinhas do teste (mostra fitas de teste de glicose).	

A= Atitudinal. P=Procedimental. Fonte: Própria, 2022.

Em relação aos materiais necessários para o teste experimental em sala para verificar ação da lactase, os estudantes (fa-

las 29, 31 e 33) fizeram afirmações (P6), de forma colaborativa (A2), propondo um modelo explicativo (P4). José (fala 35 e 38), respeitando as diferenças (A3), propôs outra forma de análise de níveis de glicose (P6), mesmo divergindo, da concepção de Paulo (fala 37), contornando a dificuldade de trabalhar com sangue em sala de aula. Após a realização de todas as etapas do teste e diálogo sobre os resultados observados, a tabela (Apêndice B) foi preenchida no quadro junto com a participação e observação de todos.

A etapa experimental do presente estudo despertou mais a atenção e motivação dos estudantes, fazendo com que houvesse um número maior de participações. Os alunos, ainda tímidos quanto a exposição oral, sentiram-se mais confiantes em propor suas ideias. Atividades como esta tornam o aprendizado da teoria aliada à prática mais eficiente e podem ser realizadas em diversos locais e para diversos fins, desde apenas a reprodução de protocolos até resoluções de problemas investigativos (Araújo; Freitas, 2019).

A correta utilização de atividades práticas em sala de aula visa que o aluno vá além de manipular materiais e a seguir métodos estipulados em um protocolo que tende a sempre dar tudo certo. A verdadeira experimentação que de fato contribuirá no aprendizado dos estudantes busca desenvolver habilidades cognitivas, em entender todo o problema que está sendo construído e solucionado, no entendimento e aplicação de conceitos durante a realização da atividade, em compreender o fazer ciência, nas atitudes e caminhos a serem seguidos, e no poder de tomada de decisão enfrentando os desafios e os possíveis erros na execução (Prsybyciem; Silveira; Sauer, 2018).

Além disso, a experimentação realizada de forma conjunta trouxe o interesse da maioria dos estudantes em manipular, testar os materiais e observar a quebra da lactose e liberação da glicose, colocando o estudante como protagonista, o que possibilita um aprendizado mais eficiente (Clement; Custódio; Alves Filho, 2015). O protagonismo estudantil facilita a argumentação, produção e apresentação de ideias (Franco; Munford, 2020). Os

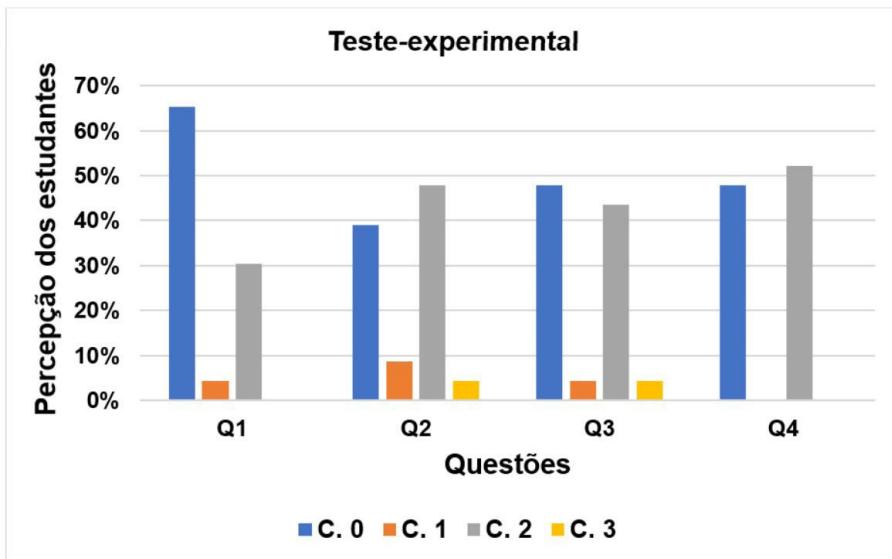
estudantes ao contar fatos do cotidiano e a resolver problemas científicos, ao ver suas experiências levadas em conta são instigados a argumentar e a expor suas ideias e observações ( Motokane, 2015).

Após o segundo momento da SEI, os estudantes responderam a quatro questões sobre o teste-experimental, de forma individual e que foram analisadas pelo nível da argumentação escrita em classes de 0 a 3.

Na questão 1, a maioria dos estudantes não soube explicar sobre a necessidade da adição da lactase no leite e deixaram a resposta em branco (classe 0 – 65%), ou não apresentaram conexão com o que foi desenvolvido (classe 1 – 5%). No entanto, 30% mostraram respostas baseadas na temática (classe 2). Já na questão 2, a maioria (52%) mostrou compreensão sobre a ação da lactase com o passar do tempo, com respostas na classe 2 (48%) e até mesmo de forma mais elaborada (classe 3 – 4%). Na questão 3 (medir o nível de glicose) e 4 (possibilidade que algum familiar dos pacientes intolerantes também apresente este problema) resultados de 47% e 52%, respectivamente, foram também categorizados nas mesmas classes 2 e 3 (Figura 9).

Em relação as respostas nas classes 0 e 1, os estudantes alegaram não saber responder e/ou não entenderam a pergunta. Alguns tentaram responder, mas fizeram de forma incompleta ou distante do que foi discutido em aula. Esses estudantes ainda tentaram expressar seu entendimento, mas não conseguiram formular respostas concretas, ou que explicassem o que foi debatido. Ressalta-se que a maior dificuldade pode estar associada com o fato de os estudantes não terem contato frequente com questões discursivas e com abertura para construção de respostas em relação ao entendimento. Eles ficaram “perdidos” com apresentação de um exercício em que não havia fonte de pesquisa com respostas prontas para copiar ou resumir. Por outro lado, uma parcela representativa das respostas teve classes 2 ou 3, em que tratam de respostas corretas, completas ou que vão além do que foi debatido em sala de aula.

Figura 9 - Resposta dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI em relação à realização do Teste-Experimental.



Q1: Por que adicionar a lactase no leite? Q2: O que você observou após a adição da lactase com o passar do tempo? Q3: Por que medir o nível de glicose no processo? Por quê? Q4: Você considera possível que algum familiar dos pacientes intolerantes também apresente este problema? C. 0 (classe 0 = resposta do tipo não sei ou em branco). C. 1 (classe 1 = resposta sem conexão com o que foi desenvolvido durante a SEI). C. 2 (classe 2 = resposta baseada na temática debatida durante a SEI). C. 3 (classe 3 = resposta que utiliza os argumentos da SEI, mas que vão além, interligando com o contexto social e cultural do estudante). Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Os resultados observados mostraram a dificuldade na argumentação e construção de respostas dissertativas, assim como relatado para muitos estudantes brasileiros. Na maioria das vezes, os estudantes entendem o assunto, mas tem dificuldades de construir ideias escritas que façam sentido e, consequentemente, não tentam resolver a problemática e/ou se esforçar para expor as suas ideias. O ensino brasileiro ainda é muito pautado na memorização e na pesquisa, em que o estudante não sabe argumentar sobre seu entendimento e tem dificuldades em formular respostas escritas e expor de forma organizada seu aprendizado (Marques, 2018).

Nas questões 1 e 2, que foi trabalhado diretamente com o teste-experimental sobre ação da lactase e liberação das enzimas, o que deveria indicar se o teste foi compreendido ou não. Apesar das dificuldades na primeira questão, a maioria conseguiu interpretar o que aconteceu na segunda. Esses resultados não demonstram especificamente o não entendimento do teste, pois ele foi debatido por toda a turma e a interação na realização do experimento e na análise dos resultados obtidos mostra que o processo foi compreendido. No entanto, os estudantes, tiveram dificuldades na organização das ideias nas respostas escritas, revelando a defasagem de habilidades desenvolvidas na série em que os estudantes frequentam. Essas tarefas são consideradas difíceis pelos estudantes até do Ensino Médio, que teoricamente deveriam dominar tais procedimentos (Ortigão; Santos; Lima, 2018).

No teste-experimental, os estudantes observaram como acontece a digestão da lactose e fizeram uma relação com o que acontece no corpo dos indivíduos para a classificação dos personagens da Marvel (testados quanto a tolerância/intolerância à lactose), o que pode ser estendido ao diagnóstico de pessoas em situações cotidianas.

Os estudantes, ao analisar os resultados, já podiam classificar os fenótipos dos indivíduos em afetados e não afetados, mesmo que ainda não tivessem despertado para o aspecto genético. Depois desse momento, a análise hereditária da característica em cada personagem da Marvel foi analisada em heredogramas, abrindo espaço para o debate genético.

## C) Episódio 3

No episódio 3 (Tabela 6), os estudantes foram estimulados analisar e interpretar os dados e dizer os genótipos e fenótipos de cada personagem da Marvel (Apêndice C), preenchendo de forma colaborativa todos os heredogramas no quadro, expondo e discutindo as informações obtidas.

Inicialmente, houve o questionamento (falas 1 a 4) sobre a relação familiar dos personagens da Marvel e a IL. Os estudantes foram enfáticos (fala 2) ao afirmar sobre a questão hereditária da IL (P6), e Maria (fala 4) expôs de forma oral (P9) sua observação sobre a passagem dessa característica dos pais para os filhos.

**Tabela 6 - Episódio 3 - Discussão e análise dos heredogramas com estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe - PI.**

<b>Falas transcritas</b>	<b>Categoria</b>
1. Professora: Você considera possível que algum familiar dos pacientes intolerantes (personagem da Marvel) também apresentem o problema?	
2. Estudantes: sim!	P6
3. Professora: Por quê?	
4. Maria: Por ser uma característica que passa dos pais para os filhos.	P9
5. Professora: Por exemplo, o homem de ferro, a irmã também é aa e cada “a” veio dos pais. Se os pais são normais eles são aa ou Aa?	
6. João: Aa	P6
7. Professora: E se o homem de ferro é intolerante, a fita dele mudou ou não de cor?	
8. Paulo: mudou não (Testou o Homem de Ferro).	P6
9. Professora: Quem recebeu o Thor? Ele é dominante ou recessivo?	
10. Estudantes: recessivo.	P6
11. Professora: ele é tolerante ou intolerante?	
12. Estudantes: intolerante.	P6
13. Professora: E qual o genótipo dele?	
14. José: aa	P6
15. Professora: Qual o genótipo da mãe dele?	
16. Ana: aa	P6
17. José: contaminada (afetada).	P6
18. Professora: e (o genótipo) do pai?	
19. Ana: AA	P6
20. José: Aa	P6

Falas transcritas	Categoria
21. Professora: AA? Se eu colocar AA, ele pode ser pai do Thor?	
22. Estudantes: Não.	P6
23. Professora: Se o Thor tem dois "a" (aa), ele recebeu um da mãe e um...	
24. Ana: É Aa (genótipo do pai).	P6
25. Professora: Sim...e a irmã dele?	
26. Ana: Aa.	P6
27. Professora: Quem recebeu a Viúva Negra?	
28. Professora: Se ela é tolerante, qual o genótipo dela?	
29. João: Aa.	P6
30. Professora: Por quê?	
31. João: Ela puxou um do pai e um da mãe.	P6/P9
32. Professora: se a irmã caçula é aa, quer dizer que ela recebeu de quem?	
33. Mateus: um do pai e um da mãe.	P6
34. Professora: Então a mãe e o pai são...	
35. Estudantes: Aa	P6
36. João: normal.	P6
37. Professora: E a viúva negra?	
38. José: Aa.	P6
39. Professora: Vocês estão vendo algum problema no heredograma da Capitã Marvel?	
40. Tiago: Tinha que tá pretinho (afetada). Não era?	P9
41. Professora: Ela é intolerante, mas tá branco, e o heredograma está correto. Se ela está em branco o genótipo dela é dominante ou recessivo?	
42. Tiago: dominante!	P6
43. Professora: Quem ficou com a Gamora no dia do experimento? A Gamora tem 6 meses de vida. Ela é tolerante, não apresenta sintomas, mas quando observo o heredograma observamos que ela é afetada. Quer dizer o que será?	
44. José: que ela é intolerante aa (inaudível).	P6
45. Professora: ela tá aqui pretinho (afetada) quer dizer que tem o gene pra ser tolerante ou intolerante?	
46. Estudantes: intolerante.	P6
47. Professora: O Hulk [...] Que cor tá o quadrinho dele?	

Falas transcritas	Categoria
48. Estudantes: preto.	P6
49. Professora: Ele, o irmão dele, os pais dele, todos tem intolerância, então dá pra ver que o Hulk e todos da família dele são recessivos.	
50. Professora: Todas as informações estão batendo certinho?	
51. José: eu acho que não, por que a Gamora (Viúva Negra – o aluno confundiu o nome) e a Capitã Marvel, tem a mesma quantidade de coisa, tem “A” ali (genótipo)...	P9
52. Professora: são dominantes...	
53. José: são dominantes, e uma é tolerante e a outra intollerante.	P9
54. Professora: O que mais?	
55. José: Eu acho que...não sei!	P6
56. Professora: Então, se elas duas, são dominantes, era para as duas serem o que?	
57. José: tolerantes!	P6
58. Professora: E todo mundo que é aa era para ser o que?	
59. Estudantes: intolerantes.	P6
60. Professora: Todo mundo aqui (aa) tá intolerante?	
61. José: não, alá olha (apontando para Gamora).	P9
62. Professora: A Gamora ela é recessiva, mas ela é...	
63. José: isso, tolerante.	P9

A= Atitudinal. P=Procedimental. Fonte: Própria, 2022.

João, Paulo, José e Ana expuseram em diferentes momentos suas interpretações dos heredogramas e a relação com os dados obtidos no resultado do teste experimental (falas 5 a 29), realizando inferências das observações (P6), utilizando termos conceituais obtidos na situação-problema e ao longo dos momentos trabalhados (A1) e demonstrando o entendimento da relação entre genótipo e fenótipo. João (fala 29 e 31) dialoga sobre o fato de a Viúva Negra ter herdado um alelo diferente de cada genitor, afirmando sobre seu genótipo (P6) e expondo de forma oral a relação entre o genótipo e a herança de alelos dos genitores (P9).

Os estudantes seguiram o diálogo (falas 32 a 38), inferindo sobre a relação entre os genótipos apresentados nos heredogramas, a herança de alelos entre os familiares e a obtenção do fenótipo pelo resultado do teste-experimental no momento anterior. Tiago (fala 40) expõe sua observação em relação à possibilidade de a Capitã Marvel ser afetada no heredograma, já que apresenta sintomas da IL (P9), o que demonstra a percepção da possibilidade da característica não ser obrigatoriamente gerada pela expressão de apenas um gene. Os estudantes seguiram dialogando (falas 41 a 49) e inferindo (P6) sobre suas observações em relação aos genótipos dos personagens e seus familiares.

Os estudantes demonstraram ter entendido o conceito de dominância e recessividade, a passagem dos alelos dos pais aos filhos, a relação entre genótipo e fenótipo e o padrão hereditário da IL. Estes conceitos ainda não tinham sido aprendidos antes da aplicação da SEI pela maioria dos estudantes, mesmo já estando no final do ano letivo e tendo estudado genética. O contexto da pandemia de Covid-19 e as aulas remotas durante a maior parte do ano letivo afetou o aprendizado da turma, pelo fato de em 2020 os estudantes deveriam frequentar de forma presencial o 2º ano do Ensino Médio e em 2021 o 3º ano, representando um grande déficit em relação à maior parte dessa etapa de ensino.

Para consolidar melhor a ideia da relação genotípica e fenotípica dos indivíduos, a tabela com a relação comparativa de informações levantadas durante análise dos heredogramas (Apêndice D) foi preenchida de forma conjunta e dialogada pela turma e professora, observando que a IL vai além da expressão de um único gene. Após o preenchimento, José (fala 51 e 63) expõe sua observação em relação à divergência de informações entre os genótipos e fenótipos de Viúva Negra (o aluno confunde o nome) e Capitã Marvel (P9), inferindo (P6), junto com os demais estudantes (falas 55 a 59) sobre sua dúvida, ou seja, a relação hereditária analisada no heredograma destes personagens não atendia aos resultados do teste experimental.

A dúvida dos estudantes em relação a Capitã Marvel e o problema na relação entre genótipo e fenótipo da Viúva Negra e Capitã Marvel se dão pela regulação na IL. No teste-experimental, os fenótipos dos indivíduos foram evidenciados sem a indicação de qual tipo de tolerância/intolerância se tratava. Já no heredograma, observou-se a herança do gene MCM6, regulador, que dependendo da fase da vida ou da relação com o gene LCT apresentava resultados mais complexos de entendimento difícil. Com esse fato intencional, buscava-se instigar o questionamento dos estudantes em relação ao gene analisado (MCM6) não ser capaz de sozinho expressar a característica, o que permitiu a apresentação da regulação gênica aos estudantes, conceito que ainda não era conhecido.

Nas falas dos estudantes e na efetiva participação da análise de genótipos e fenótipos, observa-se o aprendizado dos conceitos genéticos da IL. Os estudantes já haviam compreendido como acontece a bioquímica da IL, e assim eles conseguiram relacionar com a passagem da informação genética em contexto familiar, além de perceber as divergências entre alguns personagens que apresentaram diferentes tipos de intolerância. A argumentação apresentada pelos estudantes é um indicador da alfabetização científica, sentindo-se mais motivados e confiantes em expor suas ideias durante as aulas quando são instigados a relatar vivências simples do cotidiano (Barcellos *et al.*, 2019).

Santos *et al.* (2021) colaboram com os resultados do presente estudo em relação ao aprendizado facilitado de termos e conceitos com a utilização de experiências contextualizadas com o cotidiano, o que facilita o processo da alfabetização científica, que acontece de uma forma mais sutil e eficiente quando o estudante visualiza as suas vivências no dia a dia Bonisson; Ferreira; Junior, 2019)possibilitando aos alunos a aplicação e a compreensão de conceitos científicos e um melhor entendimento sobre a natureza da ciência. Este trabalho teve como objetivo elaborar uma sequência de ensino investigativa (SEI. Temas relacionados à saúde despertam esse tipo de visão e colaboram com o aprender do fazer ciência, pois por meio de conhecimen-

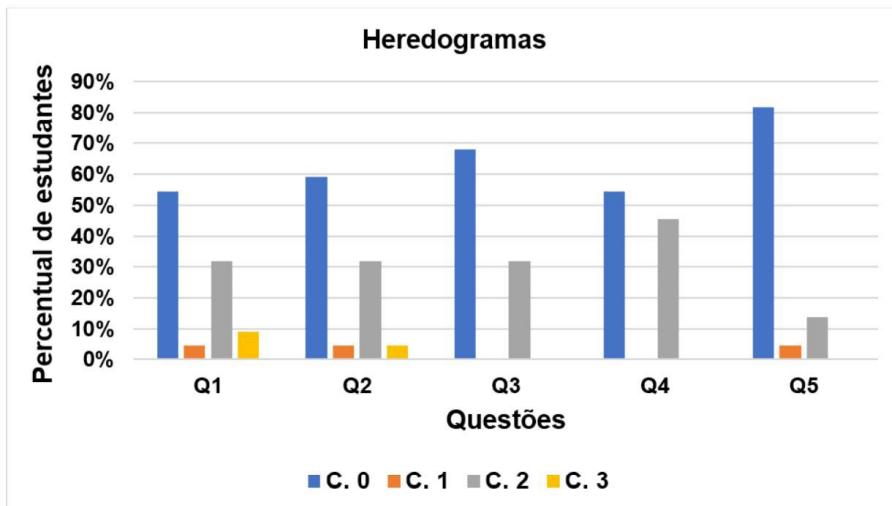
tos já adquiridos no meio familiar os estudantes entendem mais facilmente termos biológicos que são de difícil assimilação (Gouvêa; Silva, 2019).

Após a realização do terceiro momento da SEI em sala de aula, os estudantes responderam a cinco questões individuais sobre a análise dos heredogramas (Figura 10).

Sobre a relação familiar dos sintomas da IL (Questão 1), a maioria dos estudantes (55%) deixou a resposta em branco (classe 0) ou sem conexão com a SEI (classe 1 - 5%), mas 32% responderam de forma condizente com a discussão (classe 2) ou indo além, fazendo novas conexões (classe 3 - 9%). Resultado similar foi observado na questão 2 (propor uma hipótese para a diferença no surgimento dos sintomas da IL), quanto as classes 0 (59%), 1 (5%) 2 (32%) e 3 (5%).

Na questão 3 (padrão de herança da IL) e 4 (o que falta nos indivíduos intolerantes), observou-se estudantes que deixaram a resposta em branco (classe 0 - 68% e 55%, respectivamente) e aqueles que fizeram de forma conectada com a discussão (classe 2 - 32% e 45%, respectivamente). Na questão 5 (sómente um fator é necessário para a produção da IL), a maioria (82%) deixou em branco, 4% fizeram de forma incompleta (classe 1) e 14% deram respostas ligadas à temática (classe 2).

Figura 10 - Resposta dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI em relação à análise dos heredogramas.



Q1. Há relação familiar no aparecimento de sintomas da IL? Q2. Qual sua hipótese para que alguns indivíduos apresentassem sintomas de IL depois de algum tempo de vida e de consumir leite normalmente no passado? Q3. Qual o padrão de herança da IL? Q4. O que falta nas pessoas com IL para que não ocorra a digestão do leite? Q5. Para a IL somente um fator é necessário para a produção do fenótipo? Explique. C. 0 (classe 0 = resposta do tipo não sei ou em branco). C. 1 (classe 1 = resposta sem conexão com o que foi desenvolvido durante a SEI). C. 2 (classe 2 = resposta baseada na temática debatida durante a SEI). C. 3 (classe 3 = resposta que utiliza os argumentos da SEI, mas que vão além, interligando com o contexto social e cultural do estudante). Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Nesse momento (Figura 10), foi observado em todas as questões que a maioria dos estudantes deixaram as respostas em branco, não tentaram argumentar seu entendimento, o que reforça a dificuldade/desinteresse dos estudantes em questões discursivas. Por outro lado, também, observa-se que em todas as questões temos a classe 2, ou seja, a maior parte dos estudantes que tentaram argumentar, fizeram de forma correta e completa. Enquanto as respostas que foram além do que foi discutido em sala de aula alcançaram menores percentuais.

Os estudantes apresentaram, na maioria das respostas, dificuldades em argumentar o que entenderam, ou não entenderam de forma concreta o que foi debatido em sala de aula. Essa é uma realidade da educação brasileira, eles não sabem, ou não se sentem motivados, a expor seu entendimento. Muitas vezes, houve o entendimento da temática debatida, mas não conseguem organizar suas ideias de forma clara e objetiva, pois, essa não é uma tarefa exercitada em sala de aula (Mussato; Cattelli, 2015). Assim, a habilidade em relação à capacidade do estudante argumentar seu aprendizado, suas percepções e suas vivências atreladas ao conteúdo é uma das preocupações e objetivos da educação básica na BNCC (Brasil, 2018; Leal; Rosa; Schetinger, 2019).

De forma geral, o entendimento do padrão de herança da IL dos familiares dos personagens da Marvel aconteceu juntamente com a ligação entre genótipo e fenótipo. Além disso, houve o questionamento e observação sobre a expressão do gene ou mais de um na IL. Os estudantes ainda precisam entender a relação entre os alelos, como cópias de sequências de DNA, que dão origem a uma enzima, conectando os entendimentos do fenótipo do teste-experimental, o genótipo dos heredogramas, com os diferentes produtos da expressão gênica.

## D) Episódio 4

No episódio 4 (Tabela 7), houve o diálogo sobre a relação DNA - RNA - Proteína, resolução do exercício de expressão gênica do gene MCM6 e troca de informações sobre a relação entre os genes, proteínas, genótipos e fenótipos de cada indivíduo. Nesse momento, os estudantes receberam as sequências de bases nitrogenadas das duas cópias do gene regulador da lactase (Anexo B) e realizaram a transcrição e tradução dessas cópias, de forma individual, e depois de forma colaborativa e dialogada no quadro, o que permitiu que o estudante percebesse de fato a relação entre as duas cópias do DNA e a expressão resultante no fenótipo.

Neste momento, os estudantes levantaram hipóteses sobre como esses genes refletem nos fenótipos afetados ou normais, relacionando com a IL. Eles propuseram um modelo explicativo para avaliar quais indivíduos apresentam intolerância congênita, intolerância por regulação e quem são os tolerantes ao consumo na fase adulta, bem como identificar as mutações, por meio do cruzamento de dados entre os resultados dos exames, heredogramas e as enzimas produzidas.

Inicialmente, os estudantes retomam suas observações sobre os genótipos e fenótipos da análise dos heredogramas dos personagens (falas 1 a 11). José (fala 2) expõe seu entendimento da atividade (P9) e elabora uma hipótese (P3) em relação à diminuição da produção da lactase ao longo do tempo. José e João (falas 4, 6 e 8) colaboram (A2) com inferências sobre a genética dos indivíduos e atividade da lactase (P6). José (fala 10) expõe sua percepção (P9) em relação as divergências dos dados entre Capitã Marvel e Viúva Negra.

Em seguida, os estudantes dialogaram (falas 16 a 25) e fizeram inferências (P6) sobre os alelos dos personagens e a relação com os fenótipos expressos. José (fala 14 e 28) faz uma exposição oral (P9) sobre a mutação nas cópias apresentadas, em que a simples troca de “letras” (nucleotídeos) resulta em mudanças na proteína. José e Matheus (falas 16 e 18) fazem inferências (P6) sobre a igualdade entre as cópias de alelos recessivos do Homem de Ferro e Viúva Negra, mostrando o entendimento de que os mesmos em diferentes indivíduos consistem em cópias idênticas de sequência de DNA. Após a tradução da segunda cópia do gene regulador (MCM6) da Viúva Negra, José (falas 21, 23 e 25), infere (P6) sobre a diferença de cópias dominantes e recessivas e conclui que Viúva Negra é heterozigota.

Tabela 7 - Episódio 4 – Expressão gênica do regulador (MCM6) do gene da Lactase (LCT) com estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe - PI.

Falas transcritas	Categoria
1. Professora: qual sua hipótese para que alguns indivíduos apresentem sintomas de intolerância, apenas depois de algum tempo de vida?	
2. José: por que vai parando de produzir (lactase) depois de um tempo.	P3/P9
3. Professora: qual o padrão da intolerância à lactose?	
4. João: recessivos.	P6
5. Professora: O que falta nas pessoas com intolerância à lactose para que não ocorra a digestão do leite?	
6. José: a lactase.	P6
7. Professora: Para a IL somente um fator (um gene) é necessária para a produção do fenótipo (ser intolerante ou tolerante)?	
8. José: Não!	P6
9. Professora: só um fator, quando analisamos quem era dominante e quem era recessivo, aquele único gene que apresentamos como aa, Aa ou AA, só aquele ali já deu tudo certo (genótipo e fenótipo) pra identificar quem era intolerante e quem era tolerante?	
10. José: não, ficou faltando aquelas 2 (Capitã Marvel e Viúva Negra).	P9
11. Professora: Isso quer dizer que essa característica (IL) não é dada por um só gene. Não é apenas uma informação genética que vai dar a intolerância à lactose ou a tolerância.	
12. Professora: A cópia 1 dela (cópia 1 do gene para IL de Viúva Negra) era igual ao do homem de ferro (já havia sido descrita no quadro)?	
13. João: não.	P6
14. José: trocou o C por G.	P9
15. Professora: Se não deu igual e ele era “a”, na primeira cópia, ela (Viúva Negra) é o que? Vocês disseram que as duas cópias do Homem de ferro era aa, ela tá diferente, então ela é o que?	
16. José: Aa.	P6
17. Professora: Calma, estamos em uma cópia. Se a dela (Viúva Negra) tá diferente da dele (Homem de Ferro), ela é o que?	
18. Matheus: “A”	P6

Falas transcritas	Categoria
19. Professora: Então vocês descobriram um dos alelos dela, então vamos para o segundo, cópia 2.	
20. Professora: Essa cópia dela (2º cópia do gene para IL da Viúva Negra) está igual ao homem de Ferro?	
21. José: tá. Tá tudo igual, então é “a”.	P6
22. Professora: Então ela é A...	
23. José: “a” (Aa).	P6
24. Professora: Por que eu digo que ela é “a”. No homem de ferro os dois eram iguais e era aa, no dela a 2º proteína deu igual então é...	
25. João: “a” (Aa).	P6
26. Professora: Aa. Vocês entenderam, isso tudo que coloquei para vocês fazerem era para perceberem, primeiro, quando represento “A”, “a”, AA, Aa, aa (genótipos), eu tô representando uma sequência de DNA, que vai dar origem a proteína. E outra, quando troca simplesmente uma única letra (aminoácido), vai mudar a proteína. Essas proteínas vão se enrolar de forma diferente, em que uma vai funcionar e outra não.	
27. Professora: Por que que tem lactase que funciona e lactase que não funciona?	
28. José: por causa da troca da letra.	P9
29. Professora: Por causa da mutação na sequência de DNA.	

A= Atitudinal. P=Procedimental. Fonte: Própria, 2022.

Nesse momento, os estudantes demonstraram compreender o processo de expressão gênica, fizeram as etapas de transcrição e tradução de forma correta, mas não se sentiram confiantes em dialogar em relação aos resultados. Provavelmente, a resistência observada está no fato do tema (expressão gênica) ser abstrato, o que gerou um receio dos estudantes em expor suas compreensões ou até o não entendimento. No entanto, apesar da menor participação, foi observado que os conceitos necessários para a compreensão foram introduzidos e fundamentados nas falas dos estudantes, o que possibilitou o entendimento dos colegas. Assim, a partir da argumentação é possível que o professor conheça em que nível de aprendizado o estudante se encontra, e quais as ligações com outros contextos ele

consegue fazer ( Carvalho, 2018)orientamos no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LAPEF).

Uma das maiores dificuldades na argumentação em sala de aula é a compreensão dos conceitos e a correta inserção desses termos na fala ou escrita de forma coesa e coerente, que seja perceptível a observação do aprendizado. A abertura da possibilidade de argumentar, em sala de aula na educação básica, funciona como um gatilho para o desenvolvimento de pensamentos de alta ordem, construção, organização e compartilhamento de ideias e opiniões, é fundamental para o completo desenvolvimento do estudante (Silva; Silva, 2016).

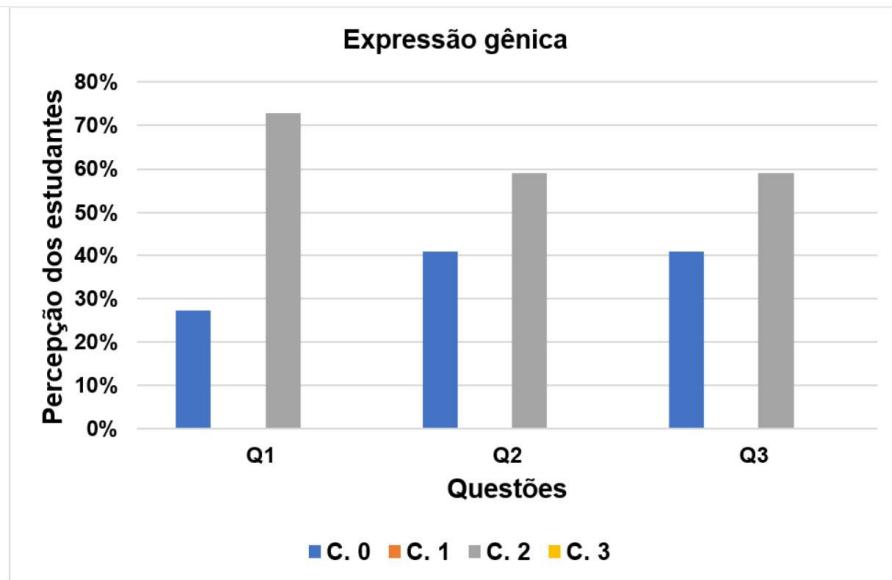
O aprendizado do estudante pela fala ou escrita é fundamental para a avaliação do ensino, pois serve como medida para o domínio do assunto, mas ainda tem muitos entraves para sua completa implementação na rotina escolar. A escassa abertura durante as aulas, principalmente no Ensino Médio, faz com que os estudantes estejam condicionados a ouvir a aula, ler e responder exercícios de múltipla escolha sobre o assunto. Essa falta de interação discursiva e pouca possibilidade de construção de respostas escritas não propiciam as exposições por parte dos estudantes, por não se sentirem capazes ou estimulados (Galvão; Spazziani; Monteiro, 2018; Pezarini; Maciel, 2018).

Na Figura 11, foi apresentado o percentual de respostas produzidas individualmente pelos estudantes após o desenvolvimento do quarto episódio da SEI. Em todas as questões (1, 2 e 3), destaca-se o maior percentual das respostas na classe 2, onde os estudantes argumentaram de forma correta.

O resultado do presente estudo demonstrou que os estudantes já estavam se sentindo mais confiantes em tentar argumentar seus entendimentos e a construir suas ideias com o que foi debatido em sala de aula. Além disso, os dados reforçam o fato de que os estudantes não tentavam ou não conseguiam responder por não terem afinidade e experiência com questões discursivas. Assim, com a maior frequência dos debates e de

abertura para argumentar de forma escrita e oral, as participações tornaram-se mais frequentes e assertivas.

Figura 11 - Respostas dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI em relação a expressão gênica do regulador (MCM6) do gene da Lactase (LCT).



Q1. Qual o local da mutação? Q2. Em termos moleculares, como poderíamos representar o indivíduo normal, portador e o intolerante? Q3. Quantos e quais são os fatores que interagem para definir um indivíduo tolerante ou intolerante? C. 0 (classe 0 = resposta do tipo não sei ou em branco). C. 1 (classe 1 = resposta sem conexão com o que foi desenvolvido durante a SEI). C. 2 (classe 2 = resposta baseada na temática debatida durante a SEI). C. 3 (classe 3 = resposta que utiliza os argumentos da SEI, mas que vão além, interligando com o contexto social e cultural do estudante). Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Em relação às respostas reconhecidas na classe 0, percebe-se que os estudantes não entenderam ou não se sentiram confiantes em argumentar sobre como as diferenças genéticas refletem no fenótipo e a possibilidade de genes serem regulados, como é o caso da IL primária. Esse fato revela que alguns estudantes podem ainda não ter compreendido a relação entre os genes e a produção do fenótipo, e no mais importante da regulação na expressão gênica, em que muitos genes são "liga-

dos” ou “desligados” pelos produtos de outros genes. Esse tema ainda não tinha sido abordado na SEI, a regulação na IL seria debatida na etapa evolutiva da atividade. A expressão gênica é uma temática “difícil” de ser compreendida por estudantes no nível médio pela sua alta complexidade (Roque; Will; Caetano, 2020).

A abstração é um fator presente na Biologia, especialmente quando ligados à Biologia celular e/ou molecular. O DNA e a expressão gênica compartilham dessa realidade, o que dificulta o aprendizado dos estudantes, é difícil para o professor transformar conceitos e processos relacionados à temática com algo perceptível pelos estudantes, como também é complexo para o estudante criar essas compreensões por si só (Marques, 2018).

Com a expressão gênica, os estudantes puderam perceber como uma característica genética pode ser observada e da ação conjunta de mais de um gene para a obtenção de uma característica (regulação gênica). Para o aperfeiçoamento do debate em relação à IL, os estudantes passaram a investigar a característica genética não somente no presente, como ela é definida no indivíduo, mas avaliando em nível da população humana, analisando o passado histórico da doença e suas possibilidades evolutivas, que trouxeram a IL até a população atual.

## *E) Episódio 5*

No episódio 5, as interações discursivas sobre os aspectos genéticos da IL relacionados à história do consumo do leite na humanidade, destacando as perspectivas evolutivas da população foram retratadas (Tabela 8). Nesse momento, diversas formas (vídeo, texto e mapa) de abordar o mesmo contexto foram utilizadas (Anexo C). Os estudantes expuseram suas percepções de cada material e construíram seus entendimentos a partir dos diálogos. Nesta atividade, eles investigaram como aconteceu a mudança no consumo do leite pelos humanos, levantaram hipóteses sobre o surgimento dessa mudança e como as diferentes regiões do mundo alcançaram perfis de consumo

do leite de forma diferenciada, analisando suas peculiaridades históricas.

A discussão iniciou-se com as informações apresentadas no vídeo e retomada da situação-problema. João (fala 4) expõe sua conclusão (P9) de forma resumida (P7) sobre a IL e acrescenta (fala 8) com uma inferência (P6) sobre a necessidade da interação de dois genes para a produção do fenótipo em relação à tolerância/intolerância à digestão da lactose. Matheus (falas 10 e 12) colabora com João (A2) sobre a especificidade da atuação de cada gene na relação genótipo e fenótipo (P6). Os estudantes (fala 14, 16 e 18) retomaram as ideias apresentadas na situação-problema (A1), fazendo relação com os novos conceitos adquiridos ao longo da SEI (P6).

Após análise da frequência da IL no mapa e da história evolutiva da IL ao longo do tempo, os estudantes (falas 22 a 25) apresentaram seu entendimento a partir de exposições orais (P9) sobre a relação evolutiva entre a característica selvagem e a mutante do consumo do leite ao longo da história humana. Os alunos expõem ideias divergentes, mas com diálogo colaborativo (A2/A3).

**Tabela 8 - Episódio 5 – Aspectos evolutivos da intolerância à lactose em relação à história do consumo do leite na população humana com estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe - PI.**

<b>Falas transcritas</b>	<b>Categoría</b>
1. Professora: sobre o que tratava o vídeo?	
2. Ana: sobre a intolerância.	P6
3. Professora: Sobre a IL. Por quê? Qual a relação?	
4. João: por que eles (intolerantes) não conseguem digerir o leite.	P7/P9
5. Professora: por que eles não conseguem digerir o que no leite?	
6. *Estudante: lactase.	P6
7. Professora: é um único gene que vai resultar a intolerância à lactose?	
8. João: não, dois!	P6

Falas transcritas	Categoria
9. Professora: Quem são os dois genes para a IL?	
10. Matheus: um da lactase...	P6
11. Professora: um gene para produzir a enzima e o outro serve para que?	
12. Matheus: regulador.	P6
13. Professora: É um gene regulador. A gente tem dois tipos (principais) de IL, em relação a mãe e o filho da situação-problema, eles apresentaram os sintomas na mesma fase de vida?	
14. João: não.	P6
15. Professora: A mãe apresentou sintomas quando?	
16. *Estudante: desde nascença.	P6
17. Professora: desde que nasceu. Intolerância congênita. E o filho mais velho apresentou os sintomas quando?	
18. João: depois que parou de mamar, mais velho.	P6
19. Professora: depois de adulto. A mãe, intolerância congênita, ela nunca produziu a lactase, ela tem problema (mutação) no gene da lactase. O filho, ele tem no caso lactose resistência no gene MCM6, que funciona como “interruptor” (regulador).	
20. Etapa evolutiva	
21. Professora: O que é normal (característica selvagem) na natureza, consumir ou não leite na fase adulta, a tolerância ou a intolerância (à lactose)?	
22. João: a tolerância é normal.	P9
23. Estudantes: não consumir.	P9
24. Professora: O que é mais antigo na população humana, consumir o leite na fase adulta, ser tolerante, ou não consumir o leite na fase adulta, ser intolerante?	
25. *Estudante: não poder consumir.	P9
26. Professora: Você ter intolerância ou tolerância a lactose tem a ver com a história evolutiva do seu povo?	
27. Estudantes: sim.	P6
28. Professora: se as populações são diferentes para essa característica, qual a selvagem e qual a mutação? Ser tolerante ao leite na fase adulta é a característica selvagem ou a mutação?	
29. Estudantes: mutação.	P6

Falas transcritas	Categoria
30. Professora: Quem define se o indivíduo é tolerante ou não?	
31. *Estudante: os genes.	P6
32. Professora: como podemos representar em números a influência do consumo do leite na história evolutiva de cada população? Meus hábitos vão influenciar ou não no que eu vou passar para os meus descendentes?	
33. João: vai sim.	P6
34. Professora: como?	
35. Maria: pelas mutações.	P6
36. Professora: e como essa mutação vai ser passada de geração em geração?	
37. João: pelo DNA	P6
38. *Estudante: pela reprodução.	P6
39. Professora: Um alimento nutritivo, ele facilita ou não a reprodução?	
40. João: sim	P6
41. Professora: por quê?	
42. João: por que vai conseguir reproduzir.	P6
43. Professora: Se o animal sem alimentação, que tem deficiência nutritiva...	
44. João: não reproduz.	P6
45. Professora: na situação-problema tinha a mãe e o filho, eles têm intolerância à lactose, quais os tipos? A mãe apresentou os sintomas quando?	
46. João: quando bebê	P6
47. Professora: qual o tipo de intolerância ela tem?	
48. Ana: congênita.	P6
49. Professora: então ela nunca produziu lactase, ela teve defeito no gene para a produção da lactase. E o filho, apresentou os sintomas quando?	
50. João: quando adulto.	P6
51. Professora: ele pode ser amamentado, então ele já produziu a lactase um dia na vida.	
52. Professora: Sobre a Gamora e a Viúva Negra, por que os dados eram confusos?	
53. João: por que depois de um tempo parou de produzir (enzima).	P9

Falas transcritas	Categoria
54. Professora: produzir o que?	
55. João: lactase, enzimas.	P9

A= Atitudinal. P=Procedimental. \*Estudante: não foi possível identificar o estudante que falava pela presença da máscara.

Fonte: Própria, 2022.

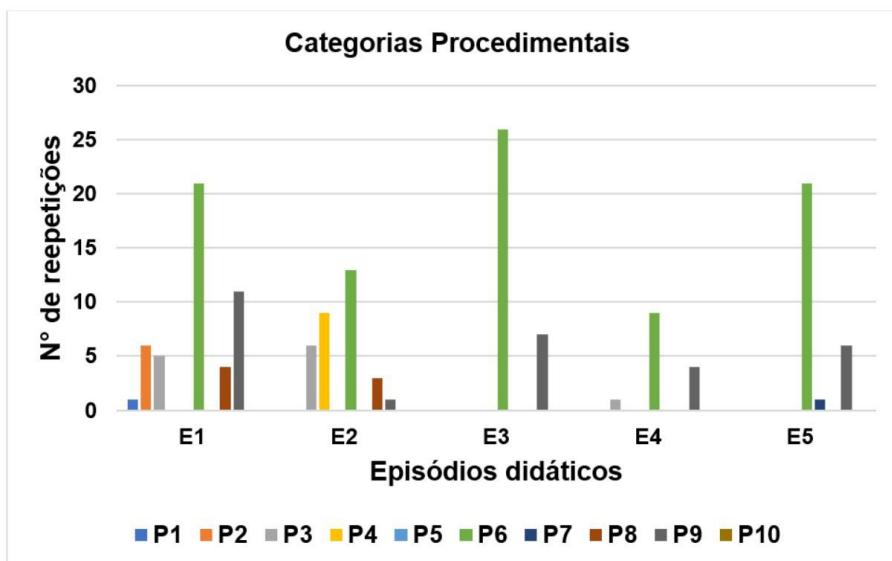
Depois os estudantes foram instigados a discutir sobre a relação entre o sucesso reprodutivo de um indivíduo, seleção natural e a seleção de características positivas para a população (falas 26 a 44). Os estudantes fizeram diversas afirmações (P6) colaborativas (A2), usando tanto o entendimento da temática a partir de conceitos discutidos na SEI como em relação à conhecimentos prévios.

Ao final, a professora retomou os questionamentos iniciais relacionados à situação-problema (Apêndice A) (falas 45 a 50). Os estudantes fizeram inferências de suas observações (P6), avaliaram de forma mais profunda a situação-problema (A1) e relacionaram com os novos aprendizados ao longo da SEI. Ana e João (falas 46, 48 e 50) analisaram de forma crítica o problema proposto (A1) e expuseram suas observações (P9). Ana classifica a IL da mãe como congênita, João relaciona o tipo de intolerância do filho mais novo com a regulação na produção da lactase e a não produção na fase adulta.

A partir das falas e interações, percebe-se que os estudantes investigaram o problema proposto, debateram e analisaram de forma crítica. Esse é o objetivo da abordagem investigativa, permitir que o estudante avalie o que lhe é proposto e construa suas observações e entendimentos, que entenda como se deu seu aprendizado e consiga expor suas ideias e conclusões, e por fim, consiga adequar o que aprendeu a outros contextos (Silva Júnior; Coelho, 2020). Assim, o estudante quando aprende, significativamente, consegue planejar, executar e avaliar o seu próprio desempenho e seu próprio entendimento, dando sentido ao que se aprende (Frasson; Laburú; Zompero, 2019).

Ao longo da análise das interações discursivas (figura 12) durante a SEI, percebe-se que os estudantes ganharam mais autonomia de fala e maior interesse em argumentar suas ideias e percepções. Nos episódios 1 e 2, momento da apresentação, debate da situação-problema e realização do teste-experimental, observou-se a maior variedade de procedimentos na fala dos estudantes, o que demonstra aquisição, interpretação e análise da informação, realizando inferências, compreendendo e comunicando-a. Nos episódios 3, 4 e 5, os estudantes apresentam uma maior maturidade nas argumentações, com maior capacidade em relação à compreensão da informação, realizando inferências e expondo conclusões.

Figura 12 - Categorias procedimentais apresentadas ao longo da análise discursiva.



Episódios didáticos: E1: introdução à temática e apresentação da situação-problema. E2: teste experimental. E3: heredogramas. E4: expressão gênica e E5: avaliação evolutiva e conclusão. Categorias procedimentais do aprendizado: P1: estruturar ideias por meio de tabelas, gráficos, linguagem escrita ou linguagem oral. P2: interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos. P3: elaborar hipóteses. P4: desenvolver modelos explicativos. P5: testar hipóteses. P6: realizar inferências. P7: construir sínteses. P8: fazer generalizações para outros contextos. P9: realizar exposição oral. P10: Elaborar relatório. Fonte: Dados da Pesquisa, 2022.

Durante o desenvolvimento da SEI, os estudantes já apresentavam uma maior desenvoltura, interesse e liberdade argumentativa e motivação em produzir falas mais longas e com maior complexidade conceitual. Essa observação mostra que os estudantes avançaram nas etapas indo da aquisição, interpretação, análise e compreensão da informação, e finalizando com a propriedade em comunicar a informação e seu entendimento.

Além das atitudes procedimentais, os estudantes avaliaram e reavaliaram de forma crítica a situação-problema (A1), dialogaram de forma colaborativa (A2), trocando de forma respeitosa (A3) informações, mesmo que em algum momento apresentassem opiniões diferentes. As categorias atitudinais não foram especificadas individualmente nas falas e nem na Figura 5.4, pois elas podiam ser observadas durante as interações do discurso, em conversas, de forma indireta e não individualizada na fala.

Os resultados observados no presente estudo corroboram as metodologias participativas, que instigam o estudante a pensar e agir, despertando aprendizados atitudinais e procedimentais, que são de extrema importância na prática escolar (Carvalho, 2018) orientamos no Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (LAPEF). A participação do estudante, com ações, proposições, dúvidas, interações, é fundamental no processo de alfabetização científica, ou seja, a demonstração do seu empenho no entendimento de toda a temática. A alfabetização científica não é válida apenas quando o estudante diz o que entendeu ou aprendeu, está também no momento da busca da informação, na dúvida, na curiosidade por um procedimento, na relação com o outro e na tomada de atitudes (Sasseron, 2020) desde mais de 2 décadas, a necessidade de que o ensino das ciências considere o crescente impacto das evoluções científicas e tecnológicas e abordem em sala de aula temas mais relacionados à vida dos estudantes (Millar e Osborne, 1998, Osborne, Duschl e Fairbrother, 2002, Gil-Pérez *et al*, 2005, Olson e Loucks-Horsley, 2000.

## Cartilha Informativa

Como forma de aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da SEI e divulgar as informações para a comunidade escolar, os estudantes, juntamente com a professora, desenvolveram uma cartilha informativa virtual (Figura 13), utilizando a plataforma Padlet. O mural com todas as informações produzidas está disponível no link (<https://padlet.com/sintianemarialima/p2pww37kwbgbgmqu>).

Os estudantes foram divididos em grupos, que ficaram encarregados de produzir material referente à um determinado tópico: Grupo 1 - O que é intolerância à lactose? Grupo 2 - Quais os tipos de intolerância à lactose? Grupo 3 - Como diagnosticar a intolerância à lactose? Grupo 4 - Como podemos melhorar a vida de quem tem intolerância à lactose? Grupo 5 - Benefícios do consumo do leite; Grupo 6 - Vídeo resumo sobre a IL e Grupo 7 - Como lidar com a intolerância à lactose.

Os estudantes, como em todos os momentos da SEI, se empenharam em produzir as “postagens” na plataforma. Alguns grupos optaram por vídeos, outros por matérias e alguns buscaram produzir resumos dinâmicos, feitos à punho ou até no Power Point. A diversidade de formas em apresentar os resultados e a escolha da produção do material foi de escolha de cada grupo, sem interferência da professora. Nesse sentido, é perceptível o empenho e aprendizado, para a produção do material.

Figura 13 - Padlet contendo resumos informativos produzidos pelos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI em relação aos conhecimentos adquiridos na SEI.

Fonte: dados da pesquisa, 2022.

As cartilhas são produções didáticas de baixo custo e que são eficientes no aprendizado, pois trazem a informação de forma contextualizada, sintética e dinamizada. Além do aprendizado em nível conceitual, na apresentação do conteúdo, as cartilhas também são lúdicas, ilustradas e despertam a curiosidade e motivação na leitura. Atualmente, com a ampliação do uso das TDICs as cartilhas se tornaram mais práticas, abrangentes, de fácil divulgação e muito mais interativas (Azevedo Junior *et al.*, 2022). Quando o estudante tem a oportunidade da criação diversas habilidades são utilizadas, desde a cognição, criatividade, seleção e organização de informação, entre outras (Santos; Silva, 2020).

## Argumentação Individual em Relação à Problemática

Ao final da aplicação da SEI, após o momento da conclusão e retomada da problematização inicial, os estudantes responderam de forma escrita e dissertativa sobre às questões da situação-problema (Figura 14). As perguntas resumiam tudo que foi debatido e trabalhado durante a SEI: por que o rapaz da situação sente desconforto quando consome leite? Por que surgiu depois de alguns anos, já que sua mãe apresenta desde bebê? E qual a relação entre os dois quanto a este problema?

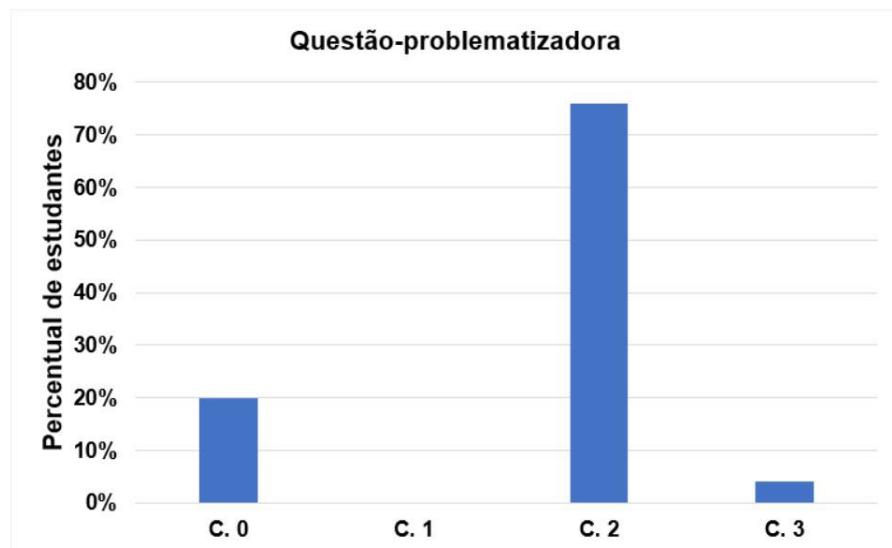
Dos 30 participantes, apenas 25 responderam a problemática no final da aplicação. O resultado evidenciou que 76% dos estudantes responderam conforme as discussões (classe 2) e 4% argumentaram com conexão com outros contextos (classe 3).

As respostas na classe 0 apresentaram uma diminuição ao longo da SEI e na problemática final ficou em apenas 20%, o menor número desde o início da aplicação. Nenhum estudante, que tentou responder, fez de forma desconectada com a discussão (classe 1). Esse resultado demonstrou que a maioria dos estudantes entendeu a temática desenvolvida ao longo das

atividades e a proposta de responder questões discursivas em vários momentos trouxe uma maior segurança na construção de respostas argumentativas pelos estudantes.

As respostas dos estudantes continham na grande maioria a ideia completa com a explicação do que é intolerância, a ausência da lactase na digestão da lactose e a diferença entre a intolerância congênita, da mãe, e intolerância primária, do filho. Mesmo corretas algumas respostas traziam algumas trocas de termos, lactose/lactase, intolerância congênita/primária, alguns erros de português ou erros de coerência e coesão, mas é perceptível que os estudantes entenderam a ideia principal sobre a IL e se tornaram mais confiantes em construir respostas e argumentar. Contudo, na maioria das vezes, eles não são estimulados a participar ativamente e a expressar seu entendimento nas aulas, e com isso eles não desenvolvem a capacidade dissertativa e argumentativa (Barcellos *et al.*, 2019).

Figura 14 - Resposta dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI em relação à argumentação individual da questão problematizadora.



Questão-problematizadora: Então fica o questionamento de Roberto, por que ele sente desconforto intestinal quando consome leite? e por que surgiu depois de alguns anos? já que sua mãe apresenta desde bebê, e qual a relação entre os dois

quanto a este problema? C. 0 (classe 0 = resposta do tipo não sei ou em branco). C. 1 (classe 1 = resposta sem conexão com o que foi desenvolvido durante a SEI). C. 2 (classe 2 = resposta baseada na temática debatida durante a SEI). C. 3 (classe 3 = resposta que utiliza os argumentos da SEI, mas que vão além, interligando com o contexto social e cultural do estudante).

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Os discentes apresentaram respostas como: “Por que não consegue digerir a lactose e depois de alguns anos a produção de lactase (enzima que divide a lactose em duas) parou. A mãe é intolerante desde que nasceu pois nunca produziu lactase, e o filho só parou de produzir depois de alguns anos porque não foi genético, ou seja, não foi passado de mãe para o filho”; “A mãe tinha intolerância congênita e não produz lactase...o filho dela tinha intolerância primária e parou de produzir lactase ao entrar na fase adulta”; “Sente desconforto porque ele não consegue digerir a lactose do leite. Por que a mãe apresentou intolerância congênita, quando ainda consumia leite, já o menino apresentou intolerância primária apresentou quando tinha idade mais avançada”.

A aprendizagem é facilitada quando a proposta apresentada aos estudantes tem uma organização lógica com interação nos aprendizados que ele já tem, com suas vivências e a partir de ferramentas e visões variadas do conteúdo. O conceito deve ser apresentado ao aluno a partir de metodologias variadas, que estimulem diferentes aprendizagens atitudinais e procedimentais (Frasson; Laburú; Zompero, 2019; Silva; Trivelato, 2017).

A aplicação de uma maior diversidade de metodologias, a abertura da possibilidade de discussão e troca de ideias em sala de aula, a utilização da experimentação para observação e entendimento dos resultados, a contextualização dos conceitos trabalhados com as experiências dos estudantes, são valiosas práticas adotadas pelo professor. O aumento de possibilidades e de formas de discutir uma temática em sala de aula deve ser uma das preocupações do professor durante o planejamento escolar, se possível, durante esse processo, buscar ferramentas

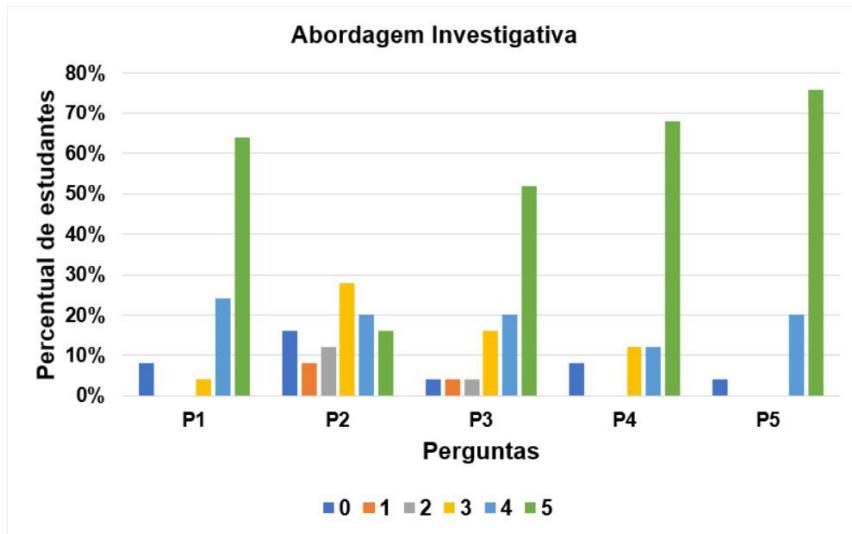
que auxiliem o entendimento do estudante e dinamizem o aprendizado (Araújo; Leite, 2020; Lima; Amorim; Luz, 2018; Sousa *et al.*, 2021).

## Feedback da SEI

Ao final de toda aplicação, conclusão e produção da cartilha informativa, os estudantes responderam ao questionário feedback sobre a SEI com cinco questões, que tratavam sobre: abordagem investigativa (Figura 15), teste experimental (Figura 16), heredogramas (Figura 17), expressão gênica (Figura 18) e análise evolutiva (Figura 19). Para cada questão, havia outras cinco questões (P1 a P5) que tratavam sobre: a importância da abordagem para o aprendizado (P1), o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta (P2); o interesse em outras aplicações (P3); o uso da diversificação de metodologias na aplicação (P4) e a importância do protagonismo estudantil (P5)

Na primeira questão, 88% dos estudantes atribuíram as maiores notas (4 e 5) sobre a importância da abordagem investigativa para o aprendizado (P1). No entanto, 36% dos estudantes mostraram dificuldade maiores (notas 4 e 5) ou mediana (nota 3 - 28%) em compreender a atividade proposta (P2) e 36% apresentaram pouca ou nenhuma dificuldade (notas 0, 1 e 2). Esse resultado pode estar ligado ao fato de alguns estudantes terem participado de poucas atividades por faltarem em diversas aulas (Figura 15).

Figura 15 - Percepção dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI sobre a abordagem investigativa.



P1. Abordagem investigativa foi importante para o seu aprendizado? P2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta? P3. Qual o seu interesse em ter mais momentos de aula utilizando essa abordagem? P4. O uso de diversas formas para abordar um único tema foi importante para o seu aprendizado? P5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando os estudantes são colocados como protagonistas durante as aulas? Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Mesmo apresentando certa dificuldade com a proposta, 52% dos estudantes demonstraram maior interesse em ter mais momentos de aula utilizando essa abordagem (P3) (nota 5), evidenciando que eles gostaram e sentiram-se estimulados em aprender. Além disso, o uso diversificado de metodologias na aplicação (P4) teve as maiores notas (3, 4 e 5) com 92% de aceitação dos alunos, que alegaram que a estratégia auxiliou no debate e no aprendizado. Quanto ao protagonismo estudantil no processo de ensino (P5), 96% mostraram a importância da participação dos estudantes com notas 4 e 5 (Figura 15).

Os resultados observados mostram que os estudantes demonstram um grande interesse por atividades escolares que

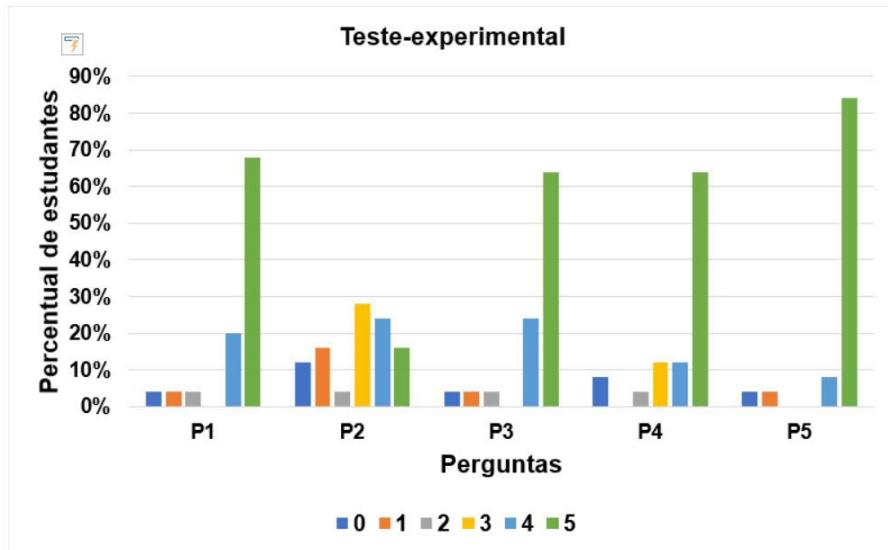
“fujam” do ensino tradicional, que é praticado na maior parte das aulas. Assim, metodologias ativas (MAs), que estimulam o pensamento, ludicidade, competição, criatividade, são preferidas durante as aulas, pois motivam o aprendizado e facilitam a compreensão de termos, conceitos e processos considerados difíceis (Araújo *et al.*, 2018; Costa; Tenório Salvador, 2021; Lima; Araújo; Lima, 2021).

Na segunda questão, 88% dos estudantes consideraram importante a utilização do teste-experimental para o aprendizado sobre IL (P1) com notas 4 e 5 (Figura 16), mas 40% consideraram ter maiores dificuldades (P2) para compreensão da atividade (notas 4 e 5). O fato de a prática ter envolvido várias informações, procedimentos, observações do funcionamento da enzima, acompanhamento da liberação da glicose, pode explicar a dificuldade da maioria dos estudantes.

A maioria dos estudantes (88%) ficaram interessados (P3) em realizar práticas (notas 4 e 5), mostrando-se motivados (76%) (notas 4 e 5) em ter mais momentos como esse (P4). Além disso, 92% dos estudantes atribuíram as maiores notas (4 e 5) sobre a relevância do aprendizado com a prática (P5) (Figura 16).

Os resultados estão de acordo com esse momento, em que a turma se mostrou bastante colaborativa e motivada, na qual os estudantes trocaram informações, manusearam o material, realizaram discussões para a produção do protocolo, identificação dos materiais e organização dos dados. Sendo assim, um ensino que consegue relacionar a teoria e a prática é mais eficiente e motivador para o entendimento da temática discutida, bem como aumenta o leque de aplicações que se pode observar em relação ao conteúdo (Araújo; Freitas, 2019).

Figura 16 - Percepção dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI sobre o uso do teste-experimental na SEI.



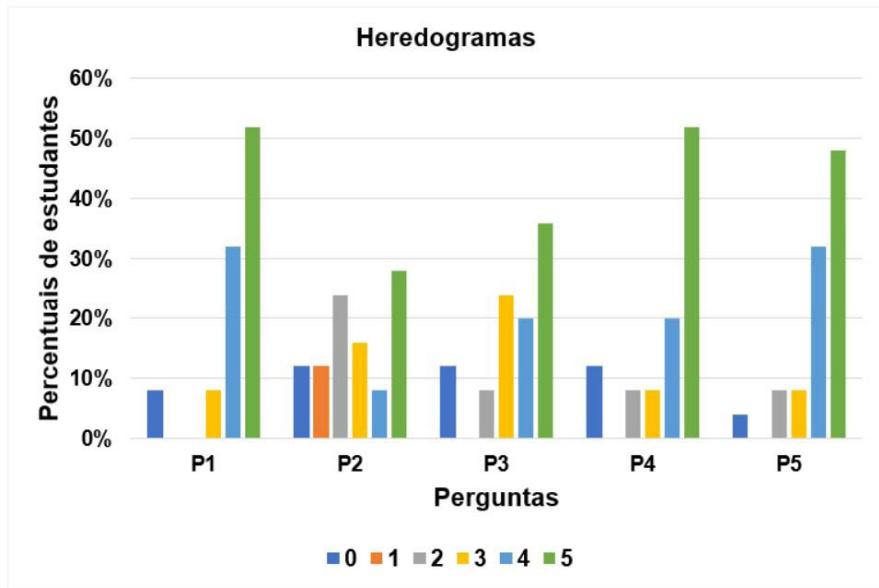
P1. O teste experimental foi importante para o seu aprendizado?  
 P2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta? P3. Qual o seu interesse em ter mais momentos de aula utilizando essa abordagem? P4. O uso de atividade experimental lhe motivou para a investigação? P5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando os estudantes vivenciam aulas práticas? Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Na terceira questão, 84% deram as notas 4 e 5, demonstrando que a maior parte dos estudantes consideraram importante a análise de heredogramas (P1) para compreender a temática e para a investigação da problemática inicial (Figura 17). No entanto, ainda os estudantes sentem dificuldades (P2) em realizar atividade, em que 36% consideraram maior nível de dificuldade (notas 4 e 5), 40% deram resposta mediana (notas 3 e 4) e 24% consideraram pouca ou nenhuma dificuldade (notas 0 e 1). Esses dados, mostraram um nível de dificuldade mais elevado por se tratar da história de pacientes bem diversos, em que os estudantes deveriam atribuir genótipos e fenótipos de familiares.

Mesmo apresentando maior dificuldade, 56% dos estudantes mostraram interesse por análise de heredogramas (P3) com notas 4 e 5. Enquanto, 32% disseram ter tido interesse médio (notas 2 e 3) e 12% não tiveram interesse (nota 0). 72% dos estudantes deram notas 4 e 5, demonstrando grande motivação (P4) pela resolução das questões hereditárias (Figura 17). Além disso, 80% (notas 4 e 5) dos estudantes disseram que a atividade foi relevante e que auxiliou na compreensão de toda a temática (P5).

Heredogramas são atividades que demandam atenção e raciocínio lógico dos estudantes, como também, conhecimentos sobre genética. Preencher genótipos e fenótipos em heredogramas pode se tornar uma atividade enfadonha para realização em sala de aula. O debate dos resultados, a realização conjunta, a inserção de dados individuais que contém a história da característica e trazem veracidade as informações, são formas de minimizar essa falta de motivação com relação à resolução de heredogramas (Ferreira; Rodrigues; Costa, 2020).

Figura 17 - Percepção dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI sobre o uso de heredogramas na SEI.

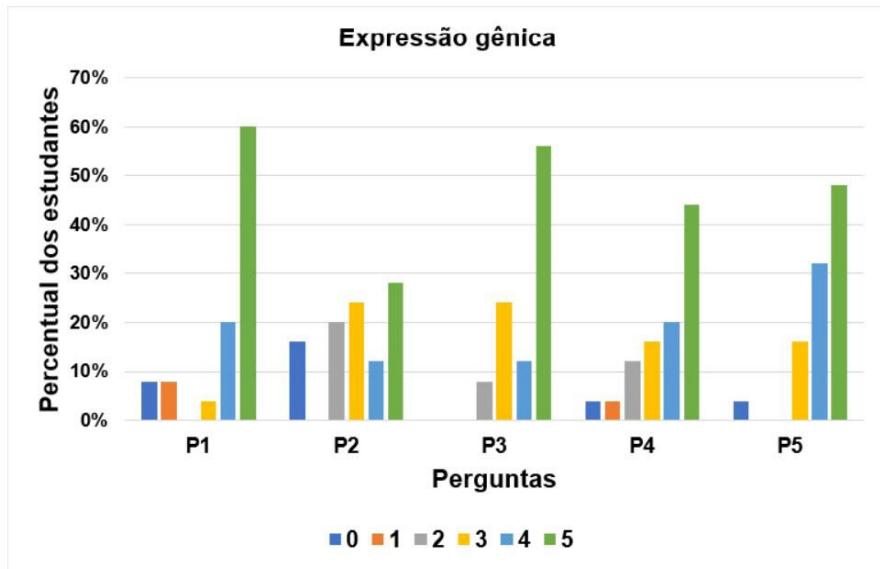


P1. O uso de heredogramas foi importante para o seu aprendizado? P2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta? P3. Qual o seu interesse em ter mais momentos de aula utilizando heredogramas? P4. A análise de heredogramas lhe motivou para a investigação? P5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando os estudantes percebem as relações hereditárias dos indivíduos analisados?

Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Na quarta questão (Figura 18), 80% dos estudantes atribuíram notas 4 e 5, destacando a importância (P1) sobre a aplicação do exercício de expressão gênica, que é essencial para a compreensão no processo de passagem da informação do DNA para o RNA e para proteína (Roque; Will; Caetano, 2020). Enquanto isso, 30% dos estudantes disseram ter maiores dificuldades (P2) de compreender e realizar o que pedia (notas 4 e 5), 44% com dificuldade média (notas 2 e 3) e 16% não apresentaram dificuldades (nota 0). Nesta atividade, a resolução do exercício necessitava de conhecimentos básicos da genética, atenção para a ordem e correspondência dos nucleotídeos e para a correta relação na tabela de trincas de RNA, o que demandou muito dos estudantes.

Figura 18 - Percepção dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI sobre a realização da expressão gênica na SEI.



P1. A realização da expressão gênica foi importante para o seu aprendizado? P2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta? P3. Qual o seu interesse em ter mais momentos de aula utilizando atividades de demonstração de processos moleculares? P4. A realização da expressão dos genes lhe motivou para a investigação? P5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando o estudante realiza os processos apresentados no conteúdo? Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Sobre a realização de atividades que simulem os processos estudados (P3), 68% deles disseram ter maior interesse, atribuindo notas 4 e 5, 32% disseram ter interesse médio (notas 2 e 3) e 64% ficaram motivados (P4) pela realização do exercício (notas 4 e 5), 28% com motivação média (notas 2 e 3) e 8% motivação mínima ou nenhuma (notas 0 e 1) (Figura 18).

Os resultados observados mostram que o interesse dos estudantes aumentou quando eles entendem a necessidade e objetivo da aplicação, além da contribuição na compreensão que possa trazer habilidades novas ou mais concretas. O desenvolvimento de uma metodologia que não faça sentido, ou não

tenha aparente aplicação ou motivação, desperta o desinteresse e o questionamento da finalidade e da necessidade do empenho do estudante, o que na maioria das vezes é apenas convertido em desmotivação escolar (Clement; Custódio; Alves Filho, 2015; Garcia; Halmenschlager; Brick, 2021).

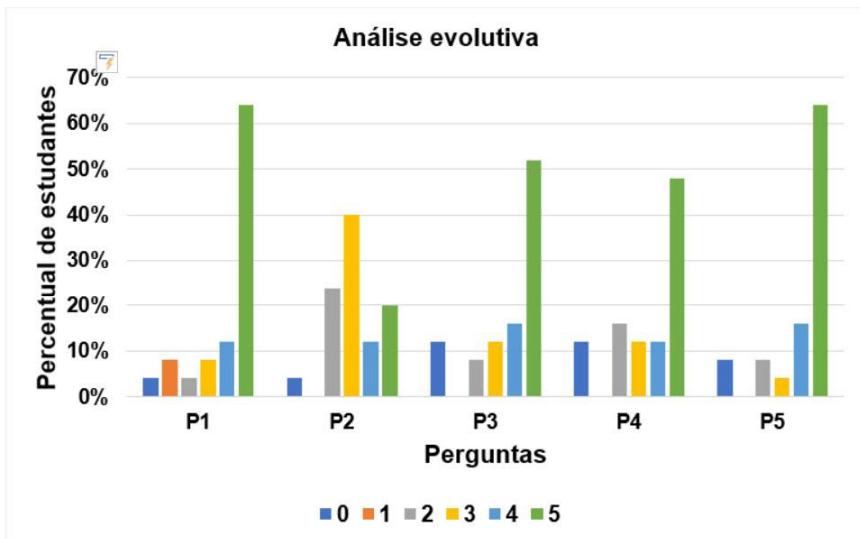
Em relação a relevância da atividade quanto ao aprendizado ou entendimento da SEI (P5), 80% dos estudantes disseram ter sido muito relevante (notas 4 e 5), o que era de se esperar, já que a expressão gênica é um processo chave na relação genótipo e fenótipo. Portanto, metodologias que facilitam a compreensão de processos celulares são valiosas no ensino, pois facilitam a visualização de termos e conceitos debatidos no conteúdo que não estão presentes no dia a dia, para que possa viabilizar formas de facilitar a discussão e entendimento do assunto (Conceição; Mota; Barguil, 2020).

Para finalizar o questionário feedback, os estudantes responderam à questão 5 (Figura 19). 76% deram notas 4 e 5, atribuindo maior importância à realização da análise evolutiva da IL (P1), mostrando a importância de como ocorreu a mutação e a seleção em relação à história evolutiva do povo afetado. O entendimento dos processos evolutivos é a base da compreensão de toda a Biologia, devendo estar presente nos debates em sala de aula sempre nas temáticas da disciplina (Bezerra *et al.*, 2020).

Quanto ao nível de dificuldade (P2), 32% apresentaram maior dificuldade (notas 4 e 5), 40% média (nota 3) e 28% nenhuma ou pouca dificuldade (notas 0 e 2). O que já era esperado, já que a análise evolutiva da IL demandou o entendimento de vários fatores relacionados à Genética e a Evolução, que são de difícil compreensão pelos estudantes, por se tratar de uma temática abstrata (Lima; Araújo; Lima, 2021). Assim, a história evolutiva de uma característica em uma dada espécie ou população é uma temática considerada interessante, mas que é de difícil compreensão e visualização pelos estudantes. O caminho evolutivo percorrido ao longo da história por um gene em uma determinada população, levando em conta as determinações e

variações, exige uma bagagem conceitual maior, e uma eficiente discussão e preparação dos estudantes em relação à temática, caso contrário, torna-se relevante e de baixa motivação (Galego; Costa, 2021; Maciel; Mello, 2020).

Figura 19 - Percepção dos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual em Guadalupe – PI sobre análise evolutiva na SEI.



P1. Conhecer a história evolutiva da IL foi importante para o seu aprendizado? P2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta? P3. Qual o seu interesse pela realização de atividades voltadas à análise evolutiva em outros contextos? P4. Conhecer a história evolutiva da IL lhe motivou para a investigação? P5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando os estudantes conhecem a história evolutiva apresentada no conteúdo? Fonte: Dados da pesquisa, 2022.

Mesmo com as dificuldades, 68% (notas 4 e 5) dos estudantes tiveram maior interesse pela realização de atividades voltadas à análise evolutiva em outros contextos (P3), enquanto 20% (notas 2 e 3) interesse médio e 12% (nota 0) nenhum interesse. Assim, 60% (notas 4 e 5) apresentaram maior motivação (P4), 28% (notas 2 e 3) interesse mediano e 12% (nota 0) nenhum interesse. Quanto à relevância (P5), 80% (notas 4 e 5) dos estudantes destacaram relevante aprendizado na compreensão e aprendizado da SEI (Figura 19).

Os resultados de percepção reforçam a importância da abordagem investigativa, que permite um leque maior de possibilidades de aprendizado, pois busca trabalhar uma sequência de atividades, com ferramentas e metodologias diferentes, que crescem quanto ao nível de aprofundamento em relação à resolução de um problema (Kieling; Da Silva Goulart; Roehrs, 2018) muitos conteúdos são complexos e abstratos se tornando um desafio para o professor ensiná-los. Diante desta problemática, se faz necessário o uso de estratégias de ensino que possibilitem a aprendizagem destes conteúdos. A elaboração de Sequências Didáticas (SD). Além disso, atividades que estão ligadas ao que os estudantes já conhecem ou têm alguma ideia dão maior segurança para as argumentações e maior interação entre eles a cada momento que se passa.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na SEI demonstrou a maior participação, desenvolvimento no aprendizado e melhoria na argumentação. Os estudantes que inicialmente demonstraram ter conhecimento, mesmo que superficial, sobre a IL, tentaram relacionar os termos e conceitos trazidos com seus conhecimentos prévios, mesmo de forma discreta e tímida. Ao final, mostraram ter adquirido mais afinidade com a argumentação tanto oral como escrita.

Os estudantes apresentaram o que era esperado e discutido na literatura em relação a abordagem investigativa: levantaram hipóteses, relacionaram situações propostas com o cotidiano, trabalharam de forma crítica e colaborativa em relação as atividades e a situação-problema, construíram modelos explicativos, propuseram respostas aos questionamentos, colheram e analisaram os dados das atividades, apresentaram motivação e agiram como protagonistas durante toda a aplicação. O mais importante, a todo momento buscaram aperfeiçoar suas habilidades em expor suas ideias e estruturar suas argumentações, tanto de forma oral como escrita, o que foi observado qualitativamente nos resultados.

As falas transcritas mostraram o empenho dos estudantes em desenvolverem as atividades propostas. Os alunos fizeram diversas exposições orais ao longo de toda a atividade e realmente investigaram de forma crítica o problema apresentado. As falas estão repletas de demonstrações de aprendizados atitudinais e procedimentais, evidenciadas quando os estudantes construíram um raciocínio crítico em relação à doença, avaliando os resultados dos indivíduos testados e relacionando com o conteúdo e o cotidiano.

Quanto ao aprendizado conceitual, as observações também foram positivas. Os estudantes integraram de forma correta os termos e conceitos nas suas falas, demonstraram firmeza e domínio do aprendizado nas colaborações, argumentos e reso-

luções das atividades. De fato, mostraram compreender o que é a IL, bem como a fisiologia, relação entre genótipo, fenótipo e expressão gênica, e de forma mais discreta os aspectos evolutivos.

Os resultados quantitativos confirmaram os aprendizados observados e qualificados nas falas. As argumentações escritas foram um termômetro de avaliação do aprendizado e da melhoria da capacidade de organizar as ideias e expressá-las de forma correta em relação ao que se pedia. Os resultados foram positivos, mesmo diante do cenário de volta às aulas remotas e de um grande déficit de aprendizado ocasionado pelo momento pandêmico vivido. A aplicação e as atividades desenvolvidas tiveram um importante papel na retomada de temas importantíssimos na Biologia (Genética e Evolução) que os estudantes não haviam compreendido e dominado de forma concreta.

Por fim, o questionário feedback reafirmou que no meio educacional, os estudantes sentem-se mais motivados e confiantes a participar do processo de ensino quando veem uma finalidade útil no aprendizado. Nas suas respostas, os estudantes reafirmaram que as metodologias que permitem a participação e o envolvimento estudantil apresentam resultados mais promissores de aprendizado e são mais esperadas por eles, além de que auxiliam no aprendizado além do conceitual.

# REFERÊNCIAS

ALBERTS, B. et al. **Biologia Molecular da Célula**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ARAÚJO, M. D. S.; LEITE, A. D. S. “**O caminho das ervilhas**”: **recurso didático no ensino da genética mendeliana**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 6, p. 514–529, 2020.

ARAÚJO, M. DOS S. et al. **A Genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de Floriano-PI**. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, n. 1, p. 19–30, 2018.

ARAÚJO, M. DOS S.; FREITAS, W. L. DOS S. **A experimentação no ensino de biologia: uma correlação entre teoria e prática para alunos do ensino médio em Floriano/PI**. Revista de Ensino de Biologia da SBEEnBio, v. 12, n. 1, p. 22–35, 2019.

ASSIS, S. S. DE; ARAUJO-JORGE, T. C. **O que dizem as propostas curriculares do Brasil sobre o tema saúde e as doenças negligenciadas?: aportes para a educação em saúde no ensino de ciências**. Ciência & Educação (Bauru), v. 24, n. 1, p. 125–140, 2018.

ATANAZIO, A. M. C.; LEITE, Á. E. **Tecnologias Da Informação E Comunicação (Tic) E a Formação De Professores: Tendências De Pesquisa**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 23, n. 2, p. 88–103, 2018.

AVELINO, F. M. et al. **Jogo didático como proposta no ensino de botânica: desenvolvendo metodologia inovadora com alunos de uma escola estadual de Floriano (PI)**. International Journal Education And Teaching (PDVL) ISSN 2595-2498, v. 2, n. 3, p. 1–14, 2019.

AZEVEDO JUNIOR, E. P. DE et al. **Ressignificando a extensão durante a pandemia com produção e difusão de materiais didáticos para a educação em solos**. Revista Brasileira de Extensão Universitária, v. 13, n. 1, p. 97–110, 2022.

BAIOTTO, C. R.; LORETO, É. L. DA S. **Caracteres Humanos Herdados utilizados no Ensino de Genética em Livros Didáticos.** Acta Scientiae, v. 20, n. 4, p. 593–609, 2018.

BAIOTTO, C. R.; SEPEL, L. M. N.; LORETO, E. L. S. **Para ensinar genética mendeliana : ervilhas ou lóbulos de orelha ?** Genética na Escola, v. 11, n. 2, p. 286–293, 2016.

BARBOSA, A. T.; FERREIRA, G. L.; KATO, D. S. **O ensino remoto emergencial de Ciências e Biologia em tempos de pandemia.** Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, v. 13, n. 2, p. 379–399, 2020.

BARBOSA, P. P.; URSSI, S. **Motivação para formação continuada em Educação a Distância: um estudo exploratório com professores de Biologia.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 18, n. 1, p. 148–172, 2019.

BARCELLOS, L. DA S. *et al.* **A Mediação Pedagógica de uma Licencianda em Ciências Biológicas em uma Aula Investigativa de Ciências Envolvendo Conceitos Físicos.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 19, p. 37–65, 2019.

BARCELLOS, L. DA S.; COELHO, G. R.; SILVA, M. DO A. J. **O ensino de ciências por investigação nos anos iniciais do ensino fundamental: problematizando o desenvolvimento de atividades investigativas em uma oficina em um curso de pedagogia.** Experiências em Ensino de Ciências, v. 14, n. 2, p. 29–48, 2019.

BARRETO, A. P. DE O.; VASCONCELLOS, A. V. DE; SABA, C. C. A. DO N. **Uma abordagem sobre composição de alimentos e transtornos alimentares para o ensino médio: uma experiência de ensino investigativo.** Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, v. 14, n. 1, p. 530–548, 2021.

BARROS, J. L. *et al.* **Abordagem Mediadora e construtivista no ensino de Energia, Meio ambiente e Sustentabilidade para alunos do ensino Médio.** Revista Brasileira de Iniciação Científica, v. 5, n. 5, p. 3–15, 2018.

BATISTA, L.; SILVA, C. DA. a **Inserção Do Ensino Da Biotecnologia Nos Livros Didáticos De Biologia**. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar, v. 5, n. 13, p. 10–28, 2019.

BATISTA, R. A. B. *et al.* **Lactose in processed foods: Evaluating the availability of information regarding its amount**. Ciencia e Saude Coletiva, v. 23, n. 12, p. 4119–4128, 2018.

BELMIRO, M. S.; DINIZ, M.; BARROS, M. DE. **Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções pré-vias de estudantes pré-universitários**. Revista Práxis, v. 9, n. 17, p. 95–102, 2017.

BEZERRA, K. N. C. *et al.* **Qual a compreensão dos discentes de Ensino Médio sobre o processo evolutivo?** Uma análise realizada em uma escola pública da rede federal. Research, Society and Development, v. 9, n. 10, p. 1–23, 2020.

BONISSON, S. A. DA S.; FERREIRA, L. B.; JUNIOR, N. M. **Sequência De Ensino Investigativa Sobre Antibióticos Baseada Em Competências E Habilidades Do Pisa**. Revista Ciências & Ideias, v. 10, n. 2, p. 231, 2019.

BRASIL. **Lei No 9.394**, De 20 De Dezembro De 1996. . 1996.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica Brasília Ministério da Educação**, 2013. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192)>

BRASIL. **Ministério da Educação**. Base Nacional Comum Curricular. [s.l: s.n.].

BRASIL, M. DA E. **BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR Brasília Ministério da Educação, 2017**. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC\\_EscolasMedio\\_embalagem\\_site\\_110518.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EscolasMedio_embalagem_site_110518.pdf)>

BREMM, D. **O papel da sistematização da experiência na formação de professores de Ciências e Biologia**. Revista práxis educacional, v. 16, n. 41, p. 319–342, 2020.

BRITO, L. O. DE; FIREMAN, E. C. **Ensino de Ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização cinetífica nos primeiros anos do Ensino Fundamental.** Revista Ensaio, v. 18, n. 1, p. 123–146, 2016.

CALEFI, P. S.; FORTUNATO, I. **O professor reflexivo para o ensino de ciências com abordagem CTS / The reflective teacher for CTS-based science education.** Ensino em Re-Vista, p. 474–485, 2018.

CARDOSO, M. J. C.; SCARPA, D. L. **Diagnóstico de Elementos do Ensino de Ciências por Investigação (DEEnCI): Uma Ferramenta de Análise de Propostas de Ensino Investigativas.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 1025–1059, 2018.

CARDOSO, T. C. *et al.* **Biologia Forense no ensino de genética molecular em três escolas estaduais de Canto do Buriti (PI).** Revista Prática Docente, v. 6, n. 3, p. 1–24, 2021.

CARVALHO, A. M. P. DE. **Ensino de Ciências por investigação; condições para implementação em sala de aula.** 1º ed. SÃO PAULO - SP: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. DE. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. D. P. **Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica.** Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 8, n. 1, p. 101, 2015.

COLVARD, M.; CLEMENTS, E. **Milk—how sweet is it? The Making of the Fittest: Got Lactase? The Co-evolution of Genes and Culture.** Disponível em: <<https://www.biointeractive.org/classroom-resources/milk-how-sweet-it>>.

CONCEIÇÃO, A. R. DA; MOTA, M. D. A.; BARGUIL, P. M. **Jogos didáticos no ensino e na aprendizagem de Ciências e Biologia: concepções e práticas docentes.** Research, Society and Development, v. 9, n. 5, p. e165953290, 2020.

COSTA, D. G.; TENÓRIO SALVADOR, M. A. **Concepções de estudantes do curso de licenciatura em Ciências Biológicas acerca do ensino por investigação.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 12, n. 3, p. 1–21, 2021.

D'AQUINO ROSA, M. et al. **A Micologia como conteúdo da disciplina de Biologia no Ensino Médio: uma análise dos livros didáticos aprovados no PNLD-2018.** Revista Thema, v. 16, n. 3, p. 617–635, 2019.

DALMOLIN, I. S.; HEIDEMANN, I. T. S. B. **Integrative and complementary practices in primary care: Unveiling health promotion.** Revista Latino-Americana de Enfermagem, v. 28, p. 1–10, 2020.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. **Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.1 2018.** Experiências em Ensino de Ciências, v. 13, n. 1, p. 259–272, 2018.

FAGUNDES NETO, U. **Intolerância à Lactose : História , Genética , Prática Clínica , Diagnóstico e Tratamento.** Disponível em: <<https://www.igastroped.com.br/areas-de-atuacao/intolerancia-a-lactose>>.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. **Propósitos Epistêmicos Para a Promoção Da Argumentação Em Aulas Investigativas.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 22, n. 1, p. 42, 2017.

FERREIRA, T. C. R. P.; RPDRIGUES, A. S.; COSTA, F. L. P. **Análises e discussões acerca do uso de um material didático táctil para o ensino do tema padrões de herança a estudantes com deficiência visual.** Benjamin Costant, v. 61, n. 61, p. 24–41, 2020.

FIDELIS, A. K.; GEGLIO, P. C. **Interdisciplinaridade E Contextualização: Desafios De Professores De Ciências Naturais Em Preparar Os Alunos Para O Enem.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 10, n. 6, p. 215–234, 2019.

FORTES, M. A. S. et al. **Planejamento Na Prática Dos Professores : Entre a Formação E As Experiências Vividas Planning in Teachers ' Practice : Training and Lived Experiences Between Planeamiento En La Práctica De Los Profesores : Revista Internacional de Formação de professores**, v. 3, n. 2, p. 315–324, 2018.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. **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, v. 20u, p. 687–719, 2020.

FRASSON, F.; LABURÚ, C. E.; ZOMPERO, A. D. F. **Aprendizagem Significativa Conceitual, Procedimental E Atitudinal: Uma Releitura Da Teoria Ausubeliana.** Revista Contexto & Educação, v. 34, n. 108, p. 303–318, 2019.

FUMERY, M. *et al.* **Peroxisome proliferator-activated receptor gamma (PPAR $\gamma$ ) regulates lactase expression and activity in the gut.** EMBO Molecular Medicine, v. 9, n. 11, p. 1471–1481, 2017.

GALEGO, L. G. DA C.; COSTA, S. C. **A evolução biológica em produções audiovisuais na formação inicial de professores de Ciências e Biologia.** Research, Society and Development, v. 10, n. 8, p. e22310817212, 2021.

GALVÃO, I. C. M.; SPAZZIANI, M. DE L.; MONTEIRO, I. C. DE C. **Argumentação de alunos da primeira série do Ensino Médio sobre o tema “Energia”: discussões numa perspectiva de Educação Ambiental.** Ciência & Educação (Bauru), v. 24, n. 4, p. 979–991, 2018.

GARCÊS, B. P.; SANTOS, K. DE O.; OLIVEIRA, C. A. DE. **Aprendizagem baseada em projetos no ensino de bioquímica metabólica.** Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, v. 13, n. esp1, p. 526–533, 2018.

GARCIA, A. L. C.; HALMENSCHLAGER, K. R.; BRICK, E. M. **Desinteresse Escolar: Um Estudo Sobre O Tema a Partir De Teses E Dissertações.** Revista Contexto & Educação, v. 36, n. 114, p. 280–300, 2021.

GIL, A. CARLOS. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6º edição ed. SÃO PAULO - SP: Editora atlas, 2008. v. 10

GOUVÊA, B. D. S.; SILVA, K. R. X. DA. **Proposta de ensino de conceitos de saúde nas aulas de Educação Física pela aborda-**

**gem da teoria social cognitiva.** Motrivivência, v. 31, n. 60, p. 01–21, 2019.

**GREGÓRIO, E. A.; OLIVEIRA, L. G. DE; MATOS, S. A. DE. Uso de simuladores como ferramenta no ensino de conceitos abstratos de Biologia: uma proposição investigativa para a síntese protéica.** Experiências em Ensino de Ciências, v. 11, n. 1, p. 101–125, 2016.

**JESUS, R.; SAWITZKI, R. Formação de professoras unidocentes e o tema transversal saúde: possibilidades e apontamentos.** REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, v. 16, n. 2, p. 341–361, 2017.

**KIELING, K. M. C.; DA SILVA GOULART, A.; ROEHR, R. Ciclo celular: construção e validação de uma sequência didática pela metodologia da engenharia didática.** Revista de Ensino de Bioquímica, v. 16, n. 2, p. 48–70, 2018.

**KIEREPKA, J. S. N.; GÜLLICH, R. I. DA C. O desencadeamento do diálogo formativo pelo compartilhamento de narrativas em um contexto colaborativo de formação de professores de Ciências e Biologia.** Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, v. 12, n. 1, p. 55–67, 2017.

**KRASILCHIK, M. Prática de Ensino em Biologia.** 4a ed. SÃO PAULO: EDITORA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2016.

**LABRIE, V. et al. Lactase non-persistence is directed by DNA variation dependent epigenetic aging.** Nat Struct Mol Biol, v. 23, n. 6, p. 566–573, 2016.

**LACERDA, D. DE O.; ABÍLIO, F. J. P. Experimentação: análise de conteúdo dos livros didáticos de biologia no ensino médio (publicados no período de 2003 a 2013).** Experiências em Ensino de Ciências, v. 12, n. 8, p. 163–183, 2017.

**LEAL, R. R.; ROSA, M.; SCHETINGER, C. Experimentação investigativa em eletroquímica e argumentação no ensino médio em uma escola federal em Santa Maria/RS.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática., v. 10, p. 142–162, 2019.

LIMA, J. F. DE; AMORIM, T. V.; LUZ, P. C. S. DA. **Aulas práticas para o ensino de Biologia: contribuições e limitações no Ensino.** Associação Brasileira de Ensino de Biologia - SBEEnBio, v. 11, n. 1, p. 36–54, 2018.

LIMA, M. M. DE O. et al. **Atividades práticas de Biologia: uma sequência de ensino investigativa sobre o Ciclo Celular.** Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. 1–9, 2020.

LIMA, S. M. DE S.; ARAÚJO, M. DOS S.; LIMA, M. M. DE O. **Metodologias alternativas no ensino de Evolução em uma escola pública do Piauí Alternative methodologies in teaching Evolution in a public school in Piauí Metodologías alternativas en la enseñanza de la Evolución en una escuela pública de Piauí.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 12, n. 1, p. 1–15, 2021.

MACEDO, K. D. D. S. et al. **Metodologias ativas de aprendizagem: caminhos possíveis para inovação no ensino em saúde.** Relato de experiência, v. 22, n. 3, p. 1–9, 2018.

MACIEL, T. A. C.; MELLO, R. DE. **Fatores Que Mais Influenciam a Percepção Sobre Evolução Biológica E Criacionismo Em Alunos Do Ensino Médio Do Distrito Federal.** Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477, v. 11, n. 3, p. 85, 2020.

MARINHO, J. C. B.; SILVA, J. A. DA; FERREIRA, M. **A educação em saúde como proposta transversal: analisando os Parâmetros Curriculares Nacionais e algumas concepções docentes.** Histório, Ciências, Saúde, v. 22, n. 1, p. 429–443, 2015.

MARQUES, K. C. D. **Modelos didáticos comestíveis como uma técnica de ensino e aprendizagem de biologia celular.** #Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 2, p. 1–12, 2018.

MATTA, L. D. M. et al. **Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio : extração de DNA e estímulo à experimentação.** Revista de Ensino de Biologia da SBEEnBio, v. 13, n. 1, p. 59–73, 2020.

MIRANDA, M. DE S.; MARCONDES, M. E. R.; SUART, R. DE C. **Promovendo a Alfabetização Científica Por Meio De Ensino**

**Investigativo No Ensino Médio De Química: Contribuições Para a Formação Inicial Docente.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, n. 3, p. 555–583, 2015.

**MOTOKANE, M. T. Sequências Didáticas Investigativas E Argumentação No Ensino De Ecologia.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, n. spe, p. 115–138, 2015.

**MUSSATO, G. A.; CATELLI, F. Concepções Epistemológicas De Reportagens Sobre Ciência Na Mídia Impressa Brasileira E Suas Implicações No Âmbito Educacional.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 20, n. 1, p. 35–59, 2015.

**NÚÑEZ-LÓPES, S.; ÁVILA-PALET, J.-E.; OLIVARES-OLIVARES, S.-L. Didáctica problematizadora para la configuración del Pensamiento Crítico en el marco de la atención a la diversidad.** Revista iberoamericana de educación superior, v. 8, n. 23, p. 84–103, 2017.

**OH, E. et al. Transcriptional heterogeneity in the lactase gene within cell-type is linked to the epigenome.** Scientific Reports, v. 7, n. 41843, p. 1–11, 2017.

**OLIVEIRA, T. B. DE; CESCHIM, B.; CALDEIRA, A. M. DE A. Ensino de evolução biológica por uma perspectiva integradora: uma proposta didática para formação inicial.** Revista Docência do Ensino Superior, v. 8, n. 1, p. 242–262, 2018.

**ORTIGÃO, M. I. R.; SANTOS, M. J. C.; LIMA, R. DE L. Letramento em Matemática no PISA: o que sabem e podem fazer os estudantes?** Zetetike, v. 26, n. 2, p. 375–389, 2018.

**PAKDALMAN, M. N. et al. The effects of the DDS-1 strain of lactobacillus on symptomatic relief for lactose intolerance - A randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover clinical trial.** Nutrition Journal, v. 15, n. 1, p. 1–11, 2016.

**PALCHA, L. S. O discurso sobre as metodologias ativas para o ensino de biologia: teorizações e trilhas na formação inicial de professores.** Quaestio - Revista de Estudos em Educação, v. 22, n. 3, p. 917–938, 2020.

PEREIRA, M. B.; MIRANDA, A. F. DE. **O Ensino De Mitose Para a Geração Z: Uma Análise Entre Dois Métodos.** Revista Prática Docente, v. 2, n. 2, p. 255–269, 2017.

PERINI, M.; ROSSINI, J. **Aplicação de modelos didáticos no ensino de biologia floral.** International Scientific Journal, v. 13, n. September 3, p. 58–71, 2018.

PEZARINI, A. R.; MACIEL, M. D. **O Ensino De Ciências Pautado Nos Vieses Cts E Das Questões Sociocientíficas Para a Construção Da Argumentação: Um Olhar Para As Pesquisas No Contexto Brasileiro.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, n. 5, p. 169–188, 2018.

PIERCE, B. A. **Genética: um enfoque conceitual.** 5 ed. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

PIFFERO, E. et al. **Metodologias Ativas e o ensino de Biologia: desafios e possibilidades no novo Ensino Médio.** Revista Ensino & Pesquisa, v. 18, n. 2, p. 48–63, 2020a.

PIFFERO, E. DE L. F. et al. **Metodologias ativas e o ensino remoto de biologia: uso de recursos online para aulas síncronas e assíncronas.** Research, Society and Development, v. 9, n. 10, p. e719108465, 2020b.

PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. DE. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2° ed ed. Novo Hamburgo: Freevale, 2013.

PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. **Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio.** Revista eletrônica de Enseñanza de Las Ciencias, v. 17, n. 3, p. 602–625, 2018.

REECE, J. B. et al. **Biologia de Campbell.** [s.l: s.n.].

RIBEIRO, A. A. et al. **O desmame precoce como causa da alergia à proteína do leite de vaca : uma revisão.** Brazilian Journal of Development, v. 8, n. 4, p. 25502–25508, 2022.

ROCHA, J. C. T. et al. **TIC no ensino-aprendizageem do ciclo da água: uma proprosta transversal no Ensino Médio.** Novas Tecnologias na Educação, v. 16, n. 1, p. 1–10, 2018.

ROQUE, A. DE ALMEIDA; WILL, N. C.; CAETANO, L. G. **No percurso da expressão gênica: uma proposta pedagógica para o ensino de Biologia.** Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. 1–28, 2020.

SANTOS, C. S. DOS et al. **Identificação de doenças genéticas na Atenção Primária à Saúde: experiência de um município de porte médio no Brasil.** Revista brasileira de medicina de família e comunidades, v. 15, n. 42, p. 1–14, 2020.

SANTOS, E. O. et al. **Aprendizagem baseada em problemas no ensino de enfermagem.** Revista Contexto & Saúde, v. 17, n. 32, p. 33–45, 2017.

SANTOS, G. J.; ROCHA, R.; SANTANA, G. O. **Lactose intolerance: What is a correct management?** Revista da Associacao Medica Brasileira, v. 65, n. 2, p. 270–275, 2019.

SANTOS, L. B.; SILVA, A. P. DE A. P. DA. **Construção De Material Didático Sobre Controle Biológico: Um Olhar Para O Ensino De Ciências.** Revista Prática Docente, v. 5, n. 3, p. 1944–1963, 2020.

SANTOS, M. N. et al. **Alfabetização científica : análise em atividades desenvolvidas nos anos finais do ensino fundamental.** Revista da Rede Amanzônica de educação em ciências e matemática, v. 9, n. 1, p. 1–26, 2021.

SASSERON, L. H. **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, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor.** Revista Ensaio, v. 22, n. e200073, p. 5–26, 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. **Ensino Por Ctsa: Almejando a Alfabetização Científica No Ensino Fundamental Stse.** v. 65, n. 26, p. 12–14, 2002.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. **Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação.** Estudos Avancados, v. 32, n. 94, p. 25–42, 2018.

SEGATELLI, T. M. *et al.* **Zika virus e ensino médio : uma experiência com o tema na Universidade Federal de Minas.** Revista Ciências & Ideias, v. 8, n. 3, p. 131–144, 2017.

SEKI, A. K. *et al.* **Professor temporário : um passageiro permanente na Educação Básica brasileira.** Práxis Educativa, v. 12, n. 3, p. 1–18, 2017.

SILANIKOVE, N.; LEITNER, G.; MERIN, U. **The interrelationships between lactose intolerance and the modern dairy industry: Global perspectives in evolutional and historical backgrounds.** Nutrients, v. 7, n. 9, p. 7312–7331, 2015.

SILVA, C. J. *et al.* **Analysis of lactose intolerance in students with suggestive symptoms of irritable bowel syndrome.** Arquivos de Gastroenterologia, v. 56, n. 3, p. 304–311, 2019.

SILVA, D. D. O.; CASTRO, J. B.; SALES, G. L. **Aprendizagem baseada em projetos: contribuições das tecnologias digitais.** #Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 1, p. 1–19, 2018.

SILVA, A. F. DA; FERREIRA, J. H.; VIERA, C. A. **O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora.** Revista Exitus, v. 7, n. 2, p. 283–304, 2017.

SILVA, C. C. DA; KALHIL, J. B. **A aprendizagem de genética à luz da Teoria Fundamentada: um ensaio preliminar.** Ciência & Educação (Bauru), v. 23, n. 1, p. 125–140, 2017.

SILVA, R. P. N. DA *et al.* **Concepções De Professores Sobre Os Processos De Educação E Saúde No Contexto Escolar.** Revista Contexto & Educação, v. 32, n. 103, p. 146, 2017.

SILVA FILHO, R. B.; ARAÚJO, R. M. D. L. **Evasão e abandono escolar na educação básica no Brasil: fatores, causas e possíveis consequências.** Educação Por Escrito, v. 8, n. 1, p. 35, 2017.

SILVA, J. R. D. **Uma análise dos conteúdos conceituais presentes no ensino de derivadas.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 4, p. 348–368, 2020.

SILVA JÚNIOR, J. M.; COELHO, G. R. **O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito foto elétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 37, n. 1, p. 51–78, 2020.

SILVA, M. B. E; TRIVELATO, S. L. F. a **Mobilização Do Conhecimento Teórico E Empírico Na Produção De Explicações E Argumentos Numa Atividade Investigativa De Biologia.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 22, n. 2, p. 139, 2017.

SILVA, M. L. M.; SILVA, M. G. L. DA. **Argumentação no Ensino de Biologia: uma experiência no ensino médio.** ACTIO: Docência em Ciências, v. 1, n. 1, p. 70, 2016.

SIQUEIRA, A. C.; SCHEID, N. M. J.; KLECHOWICZ, N. J. **Discussões éticas para uma adequada compreensão da ciência como instituição e vivência.** Ensino em Re-Vista, v. 25, n. 02, p. 306–322, 2018.

SIRQUEIRA, K. B. **O Mercado Consumidor de Leite e Derivados.** CIRCULAR TÉCNICA: EMBRAPA, v. 1, p. 1–17, 2019.

SOUSA, K. C. DE *et al.* **O ensino de Ciências Biológicas no início da carreira docente.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 12, n. 4, p. 1–15, 2021.

SOUZA, P. H. R. DE; ROCHA, M. B. **Análise da linguagem de textos de divulgação científica em livros didáticos: contribuições para o ensino de biologia.** Ciência & Educação (Bauru), v. 23, n. 2, p. 321–340, 2017.

SZILAGYI, A.; ISHAYEK, N. **Lactose intolerance, dairy avoidance, and treatment options.** Nutrients, v. 10, n. 12, p. 1–30, 2018.

TISHKOFF, S. A. *et al. Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe.* Nature Genetics, v. 39, n. 1, p. 31–40, 2007.

VINHOLI JÚNIOR, A.; TAKECO GOBARA, S. **Ensino em modelos como instrumento facilitador da aprendizagem em Biologia Celular.** REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, v. 15, n. 3, p. 450–475, 2016.

WAIZBORT, R. F.; LUZ, M. R. M. P. DA. **Medicina Evolutiva: Incorporando a Teoria da Evolução na Formação de Profissionais de Saúde Brasileiros TT** - Evolutionary Medicine: Incorporating Evolutionary Theory on the Formation of Brazilian Health Professionals. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 41, n. 4, p. 487–496, 2017.

WOMMER, F. G. B.; MICHELOTTI, A.; LORETO, E. DA S. L. **Proposta didática para o ensino de biologia celular no ensino fundamental : a história da ciência , experimentação e inclusão.** Brazilian Journal of Education, Technology and Society (BRAJETS), v. 12, n. 2, p. 190–197, 2019.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, 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.

# Apêndice A

## Situação-Problema

**Título: Ensino transversal da intolerância à lactose em uma perspectiva investigativa.**

**Pesquisadora responsável: Sintiane Maria de Sá Lima**

**Orientador: Pedro Marcos de Almeida**

ESCOLA: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ SÉRIE: \_\_\_\_\_ SEXO: F ( ) M ( )

### Situação-problema

Uma família está reunida em volta da mesa tomando o café da manhã. O pai e o filho, mais velho, (Raimundo) estão bebendo café com leite acompanhados de pão e queijo e a mãe e o filho mais novo (Roberto) tomam somente café com pão. A mãe e o filho (Roberto) não comem nenhum alimento que utilize leite na produção, pois sentem diversos problemas intestinais quando consomem leite.

O filho mais novo tem 16 anos e não consegue compreender por que não pode consumir leite, só sabe que não é indicado por causa dos problemas que isso gera, como dores desagradáveis, diarreia e flatulências. Reclama dessa situação, pois quando era mais jovem consumia leite normalmente.

A mãe tenta explicar dizendo que ele e ela são intolerantes à lactose (Figura 1), mas também não sabe por que ele conseguia consumir antes e que depois começou a apresentar problemas. Já a mãe nunca consumiu leite, nem quando bebê pôde ser amamentada, pois logo surgiu os sintomas. A explicação não passou disso, a mãe também não conseguia entender as causas da intolerância e nem porque o filho apresentou os mesmos sintomas só quando mais velho.

Então fica o questionamento de Roberto, por que ele sente desconforto intestinal quando consome leite? e por que surgiu depois de alguns anos? já que sua mãe apresenta desde bebê, e qual a relação entre os dois quanto a este problema?

# Apêndice B

## Tabela de glicemia

**Título: Ensino transversal da intolerância à lactose em uma perspectiva investigativa.**

**Pesquisadora responsável: Sintiane Maria de Sá Lima**  
**Orientador: Pedro Marcos de Almeida**

ESCOLA: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_ SÉRIE: \_\_\_\_\_ SEXO: F ( ) M ( )

Tabela 1 - Resultado do teste experimental de glicemia.

INDIVÍDUO (NOMES FICTÍCIOS*)	IDADE	0 s	30 s	60 s
CONTROLE POSITIVO	____			
CONTROLE NEGATIVO	____			
HOMEM DE FERRO				
THOR				
VIÚVA NEGRA				
CAPITÃ MARVEL				
GAMORA				
HULK				

\* Nomes fictícios baseados nos personagens da Marvel.

# Apêndice C

## Heredogramas

Título: Ensino transversal da intolerância à lactose em uma perspectiva investigativa.

Pesquisadora responsável: Sintiane Maria de Sá Lima  
Orientador: Pedro Marcos de Almeida

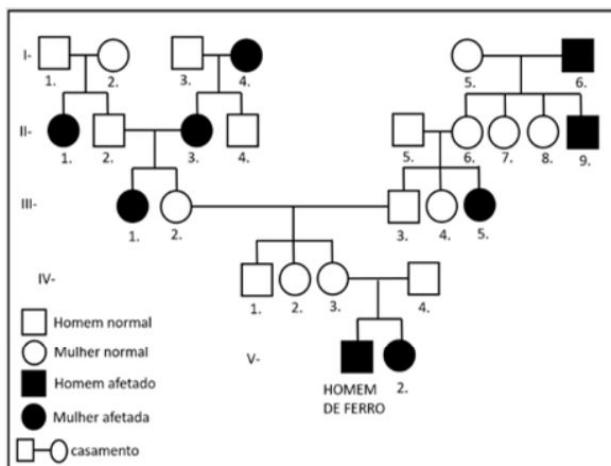
ESCOLA: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ SÉRIE: \_\_\_\_\_ SEXO: F ( ) M ( )

### 1. Heredograma da Família Do Homem de Ferro.

O Homem de Ferro tem 29 anos e vem apresentando sinais de que a ingestão de leite está lhe causando problemas intestinais, mas, quando mais jovem, ele consumia leite e não apresentava sinais de intolerância à lactose. Sua irmã mais nova apresenta sinais de intolerância, e nas gerações anteriores da sua família muito se comenta sobre este problema. Com base no heredograma (Figura 1) você deve avaliar: qual o padrão de herança para a intolerância à lactose? Quais os possíveis genótipos de cada parente do Homem de Ferro? Qual o genótipo do Homem de Ferro? E qual seu fenótipo de intolerância/tolerância ao consumo do leite?

Figura 1 - Heredograma da família de Homem de Ferro.

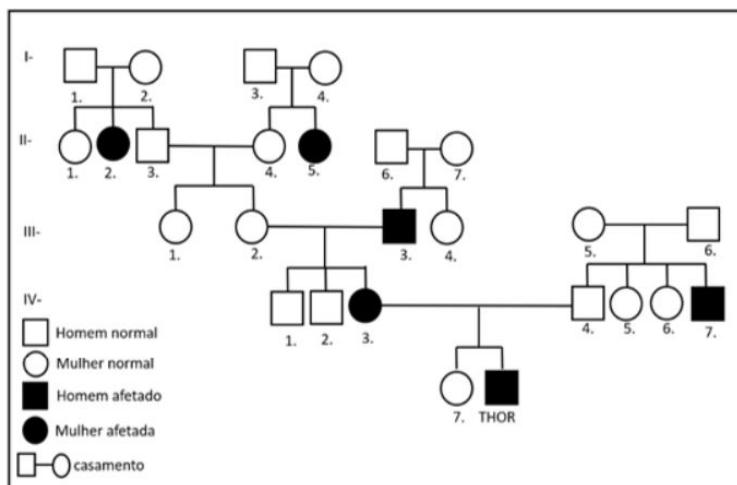


Fonte: Própria.

## 2. Heredograma da Família de Thor.

Thor tem 1 ano e 5 meses, não pôde ser amamentado por sua mãe pois apresentou sintomas de intolerância à lactose desde que nasceu. Sua mãe também é intolerante, além de outros parentes próximos e distantes. Com base no heredograma (Figura 2), você deve avaliar: qual o padrão de herança para a intolerância à lactose? Quais os possíveis genótipos de cada parente de Thor? Qual o genótipo de Thor? E qual seu fenótipo de intolerância/tolerância ao consumo do leite?

Figura 2 - Heredograma da família de Thor.



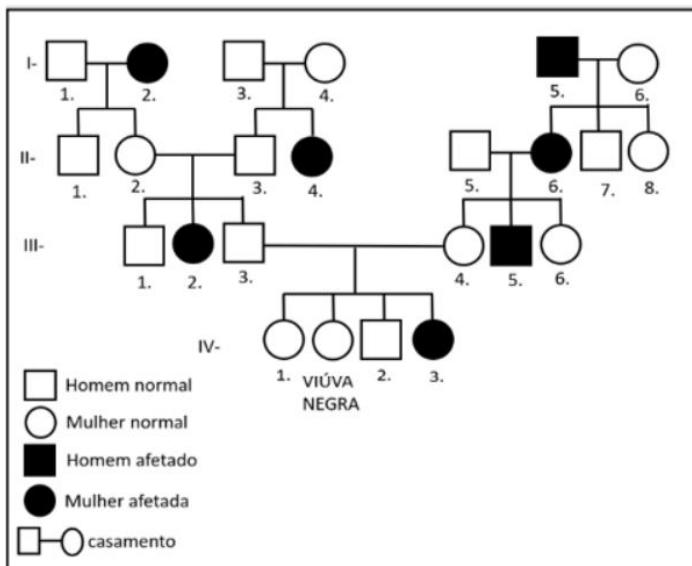
Fonte: Própria.

## 3. Heredograma da Família de Viúva Negra.

Viúva Negra tem 25 anos, sempre consumiu leite, foi amamentada por sua mãe quando bebê, e consumia leite de vaca. Nunca apresentou problemas intestinais relacionados ao consumo de leite. Mas ela tem uma irmã que também consumia, mas que apresentou sintomas. Para saber se teria chances de ser intolerante, Viúva Negra procurou um médico que lhe indicou exames e consultou seu contexto familiar. Ela contou que além de sua irmã caçula têm dois tios, paterno e materno, que também são intolerantes.

Com base no heredograma (Figura 3), você deve avaliar: qual o padrão de herança para a intolerância à lactose? Quais os possíveis genótipos de cada parente de Viúva Negra? Qual o genótipo de Viúva Negra? E qual seu fenótipo de intolerância/tolerância ao consumo do leite?

Figura 3 - Heredograma da família de Viúva Negra.

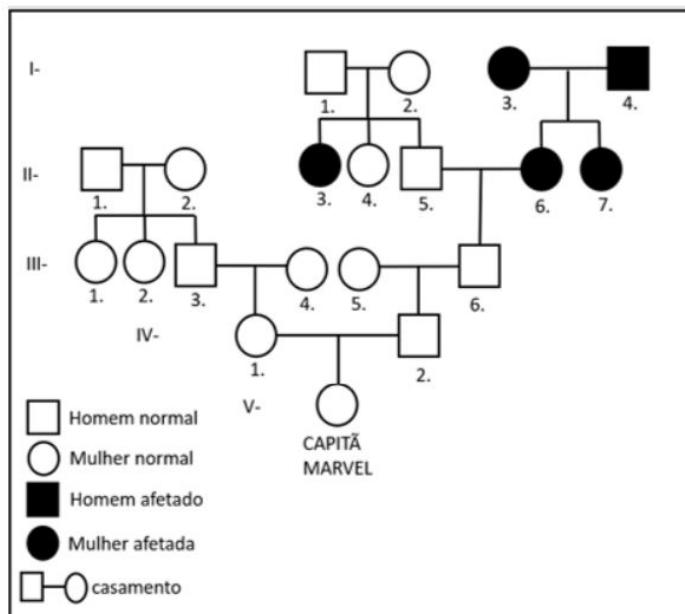


Fonte: Própria.

#### 4. Heredograma da Família de Capitã Marvel.

Capitã Marvel têm 19 anos, assim como Thor, nunca teve a possibilidade de consumir leite, pois sempre sofreu sintomas severos de intolerância à lactose. Capitã Marvel não pôde nem ser amamentada por sua mãe, quando era bebê. Mas ela nunca soube explicar quais os motivos de sua intolerância, pois não apresenta nenhum parente próximo com esta característica. Na família de sua mãe não tem nenhum caso do tipo, já na família do seu pai têm alguns parentes distantes que apresentam o fenótipo afetado. Com base no heredograma (Figura 4), você deve avaliar: qual o padrão de herança para a intolerância à lactose? Quais os possíveis genótipos de cada parente de Capitã Marvel? Qual o genótipo de Capitã Marvel? E qual seu fenótipo de intolerância/tolerância ao consumo do leite?

Figura 4 - Heredograma da família de Capitã Marvel.



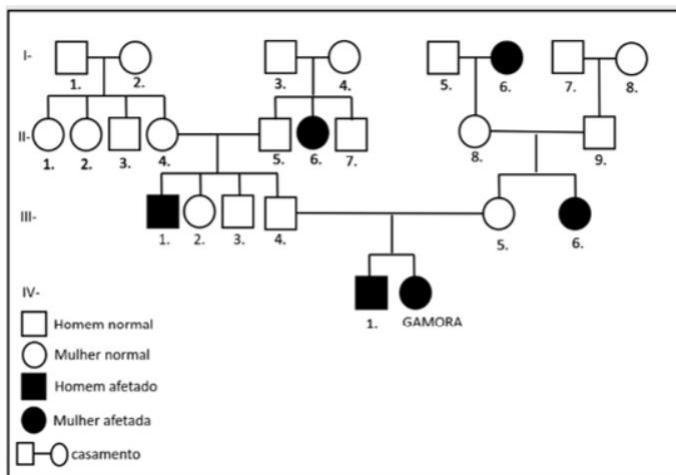
Fonte: Própria.

## 5. Heredograma da Família de Gamora.

Gamora têm apenas 6 meses de vida, está sendo amamentada normalmente e não apresenta nenhum sintoma de intolerância à lactose. Mas sua família está tentando descobrir se Gamora apresentará sintomas de intolerância à lactose algum dia, pois seu irmão mais velho já apresenta sinais de má digestão e absorção do leite. Para essa avaliação os pais de Gamora buscaram um médico e contaram todo seu conhecimento sobre os parentes intolerantes.

Por meio das informações o médico construiu o heredograma abaixo (Figura 5). Com base no heredograma, você deve avaliar: qual o padrão de herança para a intolerância à lactose? Quais os possíveis genótipos de cada parente de Gamora? Qual o genótipo de Gamora? E qual seu fenótipo de intolerância/tolerância ao consumo do leite?

Figura 5. Heredograma da família de Gamora.



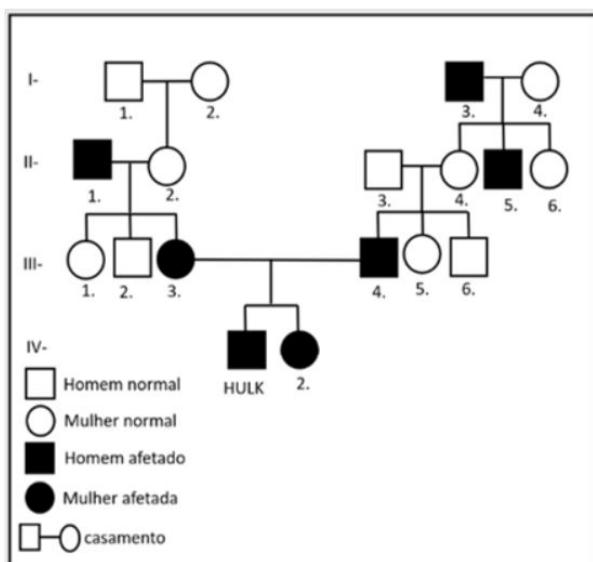
Fonte: Própria.

## 6. Heredograma da Família de Hulk.

Hulk tem 45 anos e atualmente não consegue consumir nenhum alimento que contenha grande quantidade de leite na sua produção, pois sente severos sintomas de intolerância à lactose. O que deixa Hulk intrigado é que no passado, quando criança, consumia leite de vaca normalmente, e foi amamentado por sua mãe até os 2 anos de idade. A irmã caçula de Hulk também apresenta as mesmas características. Para entender melhor sua situação, ele procurou um médico e contou toda sua relação familiar com o consumo de leite.

O médico construiu o heredograma (Figura 6) abaixo com as informações cedidas. Com base no heredograma, você deve avaliar: qual o padrão de herança para a intolerância à lactose? Quais os possíveis genótipos de cada parente de Hulk? Qual o genótipo de Hulk? E qual seu fenótipo de intolerância/tolerância ao consumo do leite?

Figura 6 - Heredograma da família de Hulk.



Fonte: Própria.

## Apêndice D

### Resultado dos heredogramas

**Título: Ensino transversal da intolerância à lactose em uma perspectiva investigativa.**

**Pesquisadora responsável: Sintiane Maria de Sá Lima**  
**Orientador: Pedro Marcos de Almeida**

ESCOLA: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ SÉRIE: \_\_\_\_\_ SEXO: F ( ) M ( )

**Tabela 1 - Relação comparativa de informações levantadas durante a análise dos heredogramas.**

Indivíduo (Nomes Fictícios*)	Sexo	Idade	Genótipo	Fenótipo
Homem de Ferro				
Thor				
Viúva Negra				
Capitã Marvel				
Gamora				
Hulk				

\* Nomes fictícios baseados nos personagens da Marvel.

## Apêndice E

### Questionário feedback

**Título: Ensino transversal da intolerância à lactose em uma perspectiva investigativa.**

**Pesquisadora responsável: Sintiane Maria de Sá Lima**  
**Orientador: Pedro Marcos de Almeida**

**Questionário Feedback**

Sua opinião é importante!

1. Aplique uma nota de 0 (zero) a 5 (cinco) para a abordagem investigativa utilizada no ensino da Intolerância à Lactose.

QUESTÕES	Nota (0 a 5)
1. Abordagem investigativa foi importante para o seu aprendizado?	
2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta?	
3. Qual o seu interesse em ter mais momentos de aula utilizando essa abordagem?	
4. O uso de diversas formas para abordar um único tema foi importante para o seu aprendizado?	
5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando os estudantes são colocados como protagonistas durante as aulas?	

2. Aplique uma nota de 0 (zero) a 5 (cinco) para a utilização do teste experimental no ensino investigativo da Intolerância à Lactose.

QUESTÕES	Nota (0 a 5)
1. O teste experimental foi importante para o seu aprendizado?	
2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta?	
3. Qual o seu interesse em ter mais momentos de aula utilizando testes-experimentais?	
4. O uso de atividade experimental lhe motivou para a investigação?	
5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando os estudantes vivenciam aulas práticas?	

3. Aplique uma nota de 0 (zero) a 5 (cinco) para o uso de heredogramas no ensino investigativo da Intolerância à Lactose.

QUESTÕES	Nota (0 a 5)
1. O uso de heredogramas foi importante para o seu aprendizado?	
2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta?	
3. Qual o seu interesse em ter mais momentos de aula utilizando heredogramas?	
4. A análise de heredogramas lhe motivou para a investigação?	

5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando os estudantes percebem as relações hereditárias dos indivíduos analisados?

4. Aplique uma nota de 0 (zero) a 5 (cinco) para a demonstração da expressão gênica no ensino investigativo da Intolerância à Lactose.

QUESTÕES	Nota (0 a 5)
1. A realização da expressão gênica foi importante para o seu aprendizado?	
2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta?	
3. Qual o seu interesse em ter mais momentos de aula utilizando atividades de demonstração de processos moleculares?	
4. A realização da expressão dos genes lhe motivou para a investigação?	
5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando o estudante realiza os processos apresentados no conteúdo?	

5. Aplique uma nota de 0 (zero) a 5 (cinco) para a análise evolutiva no ensino investigativo da Intolerância à Lactose.

QUESTÕES	Nota (0 a 5)
1. Conhecer a história evolutiva da IL foi importante para o seu aprendizado?	
2. Qual o nível de dificuldade em compreender a atividade proposta?	
3. Qual o seu interesse em ter mais momentos de aula utilizando atividades que demonstrem a história de uma característica?	
4. Conhecer a história evolutiva da IL lhe motivou para a investigação?	
5. Você acha que é mais relevante para o aprendizado quando os estudantes conhecem a história evolutiva apresentada no conteúdo?	

# Anexo A

## Imagen-problematizadora

Título: Ensino transversal da intolerância à lactose em uma perspectiva investigativa.

Pesquisadora responsável: Sintiane Maria de Sá Lima  
Orientador: Pedro Marcos de Almeida

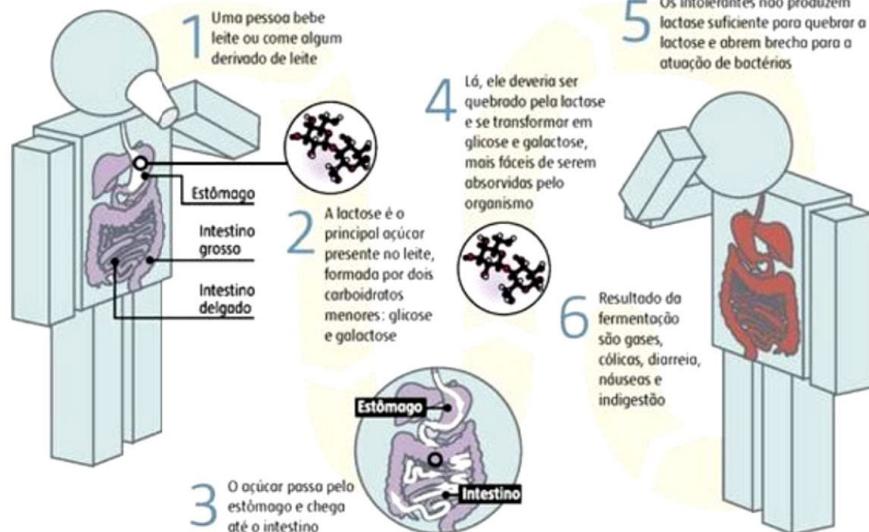
ESCOLA: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ SÉRIE: \_\_\_\_\_ SEXO: F ( ) M ( )

## Imagen problematizadora

Figura 1 - Intolerância à lactose (Colvard; Clements, 2011).

### O QUE OCORRE



## Anexo B

### Expressão-Gênica

Título: Ensino transversal da intolerância à lactose em uma perspectiva investigativa.
Pesquisadora responsável: Sintiane Maria de Sá Lima Orientador: Pedro Marcos de Almeida

ESCOLA: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ SÉRIE: \_\_\_\_\_ SEXO: F ( ) M ( )

Tabela 1 - Sequência do DNA e Expressão gênica dos indivíduos.

Indivíduo (Nomes fictícios*)	DNA	RNA
Homem de Ferro	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTA-GCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTA-GCCCCCTGGC	
Thor	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTA-GCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTA-GCCCCCTGGC	
Viúva Negra	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTA-GTCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTA-GTCCCCCTGGC	
Capitã Marvel	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTA-GTCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTA-GTCCCCCTGGC	
Gamora	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTA-GCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTA-GCCCCCTGGC	
Hulk	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTA-GCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTA-GCCCCCTGGC	

\* Nomes fictícios baseados nos personagens da Marvel.

Indivíduo (Nomes fictícios*)	PROTEÍNA	FENÓTIPO
Homem de Ferro		
Thor		
Viúva Negra		
Capitã Marvel		
Gamora		
Hulk		

\* Nomes fictícios baseados nos personagens da Marvel.  
 Fonte: Modificado (Colvard; Clements, 2011).

# Anexo C

## Análise Evolutiva

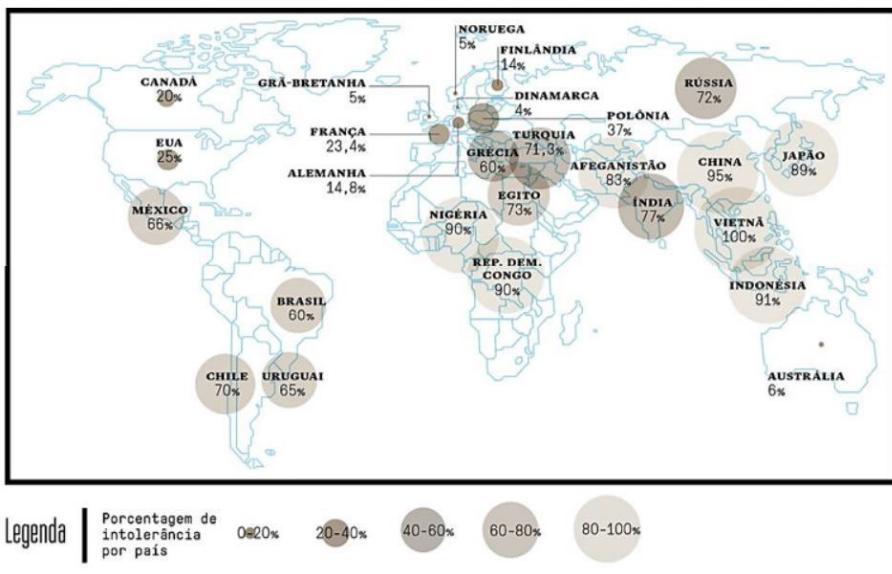
Título: Ensino transversal da intolerância à lactose em uma perspectiva investigativa.

Pesquisadora responsável: Sintiane Maria de Sá Lima  
Orientador: Pedro Marcos de Almeida

ESCOLA: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ SÉRIE: \_\_\_\_\_ SEXO: F ( ) M ( )

Figura 1 - Mapa da intolerância à lactose no mundo.



Fonte: Carbonari, Hueck, 2019.

**Texto histórico para análise e debate dos estudantes.**

**Hipótese Histórico-Cultural**

As populações coletoras-caçadoras anteriores ao Período Neolítico (Neolítico ou Período da Pedra Polida: 10.000 A.C. – sedentarização e surgimento da agricultura – 3.000 A.C. – Idade dos Metais) eram intolerantes à lactose. Estudos genéticos su-

gerem que as mutações mais antigas associadas com a persistência da lactase somente alcançaram níveis apreciáveis nos seres humanos nos últimos 6 mil anos.

A persistência da Lactase é um exemplo recente de duas evoluções: a) traço genético e b) traço cultural, domesticação e acasalamento dos animais. A distribuição geográfica dos indivíduos Lactase Persistente (LP) correlaciona-se fortemente com a difusão da domesticação do gado. Aproximadamente entre 5 e 10 mil anos o haplótipo do gene da lactase sofreu uma enorme pressão seletiva. Esse período coincide com a disseminação da atividade pecuária. Como a atividade pecuária originou-se na Europa, seus habitantes foram expostos a um aumento da oferta de produtos lácteos contendo lactose, o que resultou em uma seleção natural positiva.

A LP na vida adulta desenvolveu-se em 2 áreas geográficas de forma independente:

A. No norte da Europa, nas regiões do Báltico e do Mar do Norte (Escandinávia, Alemanha e Grã-Bretanha).

**Razões que justificaram a utilização do leite na Escandinávia, na vida adulta:**

1. Clima extremamente inóspito (frio excessivo e baixa exposição à luz solar reduz a produção de vitamina D pelo corpo);
2. Disponibilidade de Vitamina D e absorção de cálcio;
3. Raquitismo e osteomalácia. Deformidades pélvicas causavam partos mais difíceis: extinção gradual da colônia Viking da Islândia;
4. A mutação LAC\*P permitiu que os adultos usassem uma fonte excelente de cálcio, posto que a Lactose facilita sua absorção;
5. O fato do leite ser uma substância líquida, pela facilidade de transporte, proporcionou a possibilidade de que os adultos viessem a consumi-lo em grandes quantidades, o que resultou em uma forte vantagem seletiva.

## B. No norte da África na região do Saara

Em situação geográfica e climática totalmente opostas também surgiram etnias LP, e isto ocorreu nas áridas terras da Arábia, Saara e Sudão. Nestas regiões, a LP está caracterizada somente nas populações nômades altamente dependentes de camelos, tais como os Beduínos, os Tuareg do Saara, os Fulanis da África Oriental, os Bejas e Kabbabish do Sudão. Em contraste, as populações urbanas e agrícolas do entorno, quer sejam árabes, turcos, iranianos ou africanos, apresentam taxas muito baixas de LP. Fonte: (Fagundes Neto, 2014).

Resolução da SEI (para uso do professor).

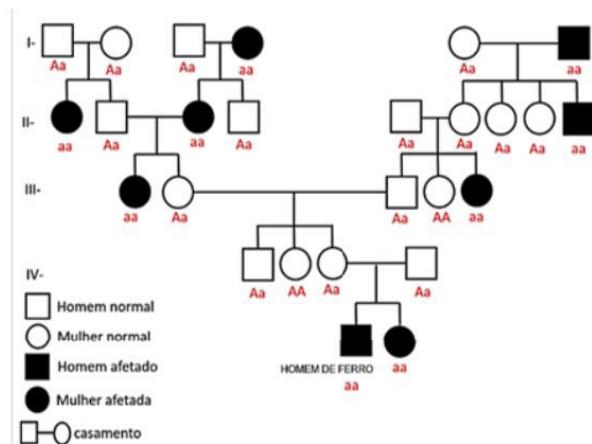
**Tabela 1 - Relação de informações levantadas durante a atividade.**

Indivíduo	Sexo	Idade	LAC – Gene LCT	Gene Regulador MCM6	Situação
Homem de ferro	M	29 anos	Enzima funcional	LAC R	Dificuldades na digestão
Thor	M	1,5 anos	Enzima não funcional	LAC R	Intolerância Congênita
Viúva negra	F	25 anos	Enzima funcional	LAC P	Tolerante
Capitã Marvel	F	19 anos	Enzima não funcional	LACP	Intolerância Congênita
Gamora	F	6 meses	Enzima funcional	LAC R	Tolerante, Futuramente Intolerante
Hulk	M	45 anos	Enzima funcional	LAC R	Intolerante

Lac R – lactase resistente. Lac P – Lactase persistente. Própria, 2022.

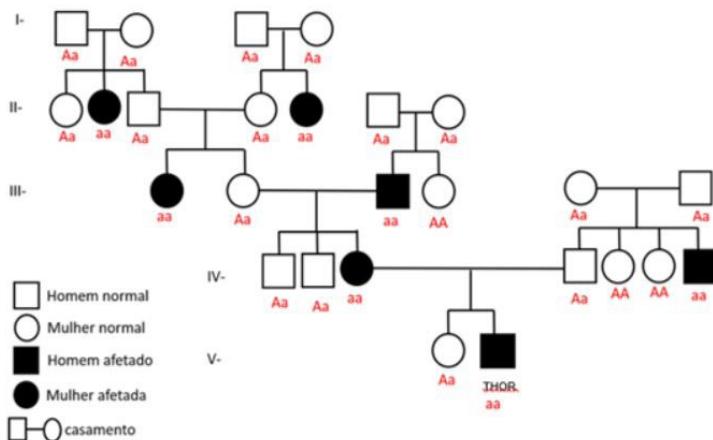
## Heredogramas

### HOMEM DE FERRO

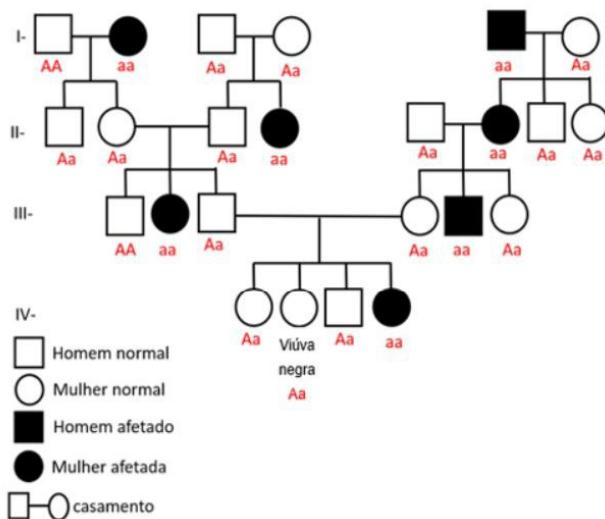


### THOR

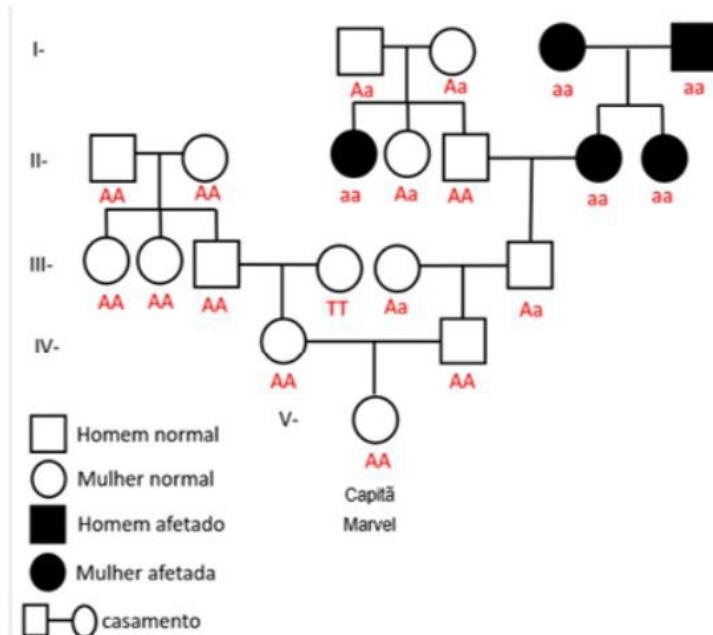
#### THOR



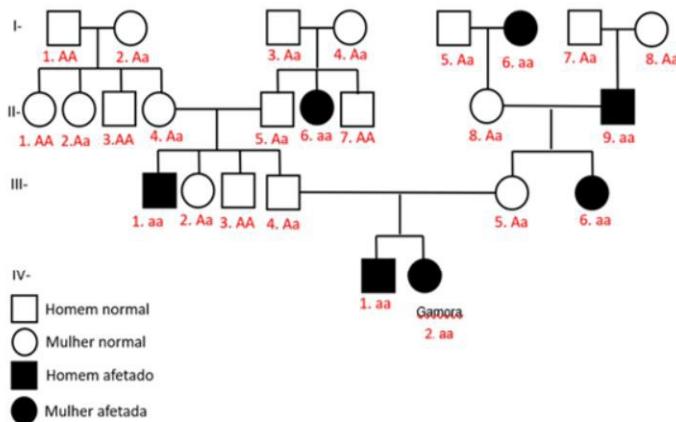
## VIÚVA NEGRA



## CAPITÃ MARVEL



## GAMORA



## HULK

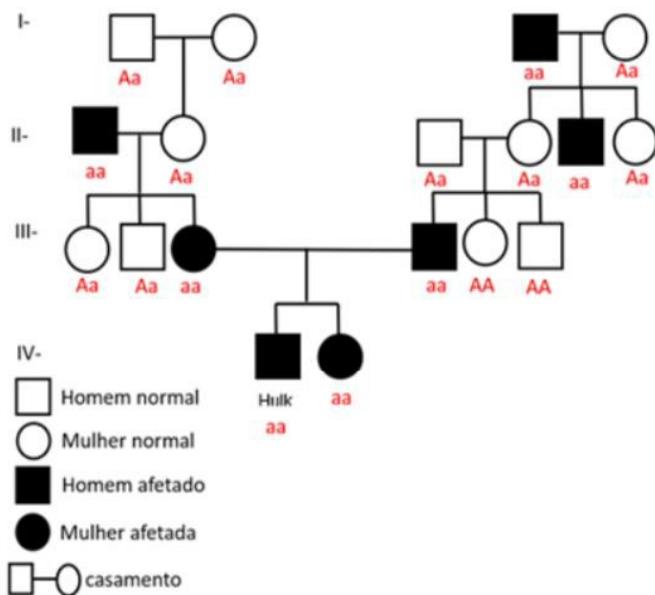


Tabela 3 – Expressão gênica dos indivíduos.

	<b>DNA</b>	<b>RNA</b>	<b>Proteína</b>	<b>Fenótipo</b>
Homem de Ferro	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC	Cop 1 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCGGGGACCG Cop 2 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCGGGGACCG	MET-LEU-ISO-LEU- -LEU-HIST-ARG-GLIC- -GLI- PRO (cópia 1 e 2)	LACR-CC Intolerante
Thor	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC	Cop 1 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCGGGGACCG Cop 2 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCGGGGACCG	MET-LEU-ISO-LEU- -LEU-HIST-ARG-GLIC- -GLI- PRO (cópia 1 e 2)	LACR- CC Intolerante
Viúva negra	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC	Cop 1 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCAGGGACCG Cop 2 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCAGGGACCG	MET-LEU-ISO-LEU- -LEU-HIST-GLU(cop1)/ ARG (cop2)-GLIC-GLI- PRO	LACP- TC Tolerante
Capitã Marvel	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC	Cop 1 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCAGGGACCG Cop 2 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCAGGGACCG	MET-LEU-ISO-LEU- -LEU-HIST-GLU-GLIC- -GLI- PRO (Cópia 1 e 2)	LACP- TT INT Intolerante
Gamora	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC	Cop 1 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCGGGGACCG Cop 2 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCGGGGACCG	MET-LEU-ISO-LEU- -LEU-HIST-ARG-GLIC- -GLI- PRO (Cópia 1 e 2)	LACR – CC Tolerante, futur. intolerante
Hulk	Cop 1 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC Cop 2 TACGAATAAGATAATGTAGCCCCCTGGC	Cop 1 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCGGGGACCG Cop 2 AUGCUUAUUCUAUUACAUUCGGGGACCG	MET-LEU-ISO-LEU- -LEU-HIST-ARG-GLIC- -GLI- PRO (Cópia 1 e 2)	LACR CC Intolerante

Fonte: Própria, 2022.

# SOBRE AS AUTORES

## Sintiane Maria de Sá Lima

Mestra pelo Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) pela Universidade Estadual do Piauí -UESPI (2022), Especialista em Ensino de Biologia pela Faculdade Única de Ipatinga - MG (2018). Graduada em Licenciatura Plena em Biologia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (2018). Atuação como Docente da Educação Básica, em Biologia no Ensino Médio e Ciências no Ensino Fundamental. Possui trabalhos na área de Ensino de Biologia.

## Ildegarde Tássia Moreira Silva

Graduada em Ciências Licenciatura com Habilitação em Biologia pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (2012), Pós-graduada em Docência no ensino Superior pela Faculdade entre Rios do Piauí - FAERPI (2013), em Ensino de Genética pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA (2016), Mestra em Ensino de Biologia-PROFBIO, pela Universidade Estadual do Piauí - UESPI (2025). Foi bolsista pela Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Piauí - FAPEPI durante o mestrado e desde 2016 é professora de Biologia da Secretaria de Educação do Estado do Maranhão.

## Luiz Gonzaga Silva Lucena

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Piauí (2002). Tem experiência na área de Biologia Geral, com ênfase em Biologia Geral;Especialista em Educação Ambiental e Saúde Pública pela faculdade Evangélica Cristo Rei - FECR no período de 24/11/2012 a 21/06/2014;Mestre em Ensino de Biologia PROFIBIO/UESPI no ano de 2024 tendo como orientador o professor Dr. Pedro Marcos de Almeida; Professor efetivo da rede estadual de educação do Piauí e Maranhão.

## Ohana Rafaela Moraes Sá

Possui graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (2015). Especialista em Gestão de Recursos Ambientais do Semiárido - IFPI, mestrandra em Ensino de Biologia - PROFBIO/ UESPI. Atualmente é professor da Secretaria de Educação do Piauí na Unidade Escolar João de Deus Carvalho.

# Francisca Carla Silva de Oliveira

Possui graduação em Licenciatura em Pedagogia e Licenciatura em Ciências Biológicas, Especialização em Educação Ambiental, Mestrado e Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Atualmente é professora Associada II na Universidade Federal do Piauí. Atua nos seguintes temas: ensino de Ciências e Biologia, didática das ciências da natureza, ensino de Ciências e Biologia, recursos didáticos no ensino de Ciências e Biologia, estágio supervisionado, educação ambiental, etnobotânica e plantas medicinais. Atuou como coordenadora de área do Programa Residência Pedagógica (PRP)-subprojeto Biologia, de 2018 a 2024. É coordenadora adjunta de Estágio Supervisionado das Licenciaturas da UFPI. É Coordenadora de Área do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID/UFPI no Campus Ministro Petrônio Portella, subprojeto Biologia. É docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza/PPEnCiNa da Universidade Federal do Piauí.

# Wellington dos Santos Alves

Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI. Tem Mestrado em Engenharia Biomédica pela Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP. Doutor em Ciências da Reabilitação pela Universidade Nove de Julho - UNINOVE. É Pós doutorando em Medicina Translacional pela Escola Paulista de Medicina/Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Atualmente é professor associado I da Universidade Estadual do Piauí, pesquisador na área de inflamação pulmonar decorrentes do tabagismo, uso do vape e outros agentes inflamatórios e na área de reabilitação celular de lesões neuromusculares. Ministra as disciplinas Citologia e genética para o curso de Fisioterapia e Genética para o curso de Enfermagem, Fisiologia do Exercício para o curso de Fisioterapia. Foi Coordenador adjunto local do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO - (UFGM/UESPI), atuando nos macroprojetos Educação em Biologia para a melhora da saúde, Ensinando órgãos e sistemas nos vertebrados, Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia e Biotecnologia em Foco. Esta sendo Coordenador institucional (UESPI) do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu (Mestrado e Doutorado) em Biotecnologia em Saúde Humana e Animal (PPGBIOTEC/UECE/UESPI), na linha de pesquisa Desenvolvimento de bioprodutos - prospecção, identificação e caracterização. Faz parte do Núcleo de Pesquisa em Biodiversidade e Biotecnologia da UESPI - NPBio, onde coordena o Laboratório de Biotecnologia Aplicado à saúde - Biologia Molecular (LABASBIM). Também é professor do Centro Universitário Santo Agostinho - UNIFSA, onde ministra as disciplinas Biologia celular e genética, Histologia e embriologia e Fisiologia do exercício para o curso de Graduação em Fisioterapia. Ainda no UNIFSA é professor no Curso de Pós graduação em Fisioterapia cardiorrespiratória com ênfase em reabilitação.

## Francielle Alline Martins

Bacharela e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Viçosa (2004/2005). Mestrado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (2006). Doutorado em Genética e Melhoramento pela Universidade Federal de Viçosa (2011). Atualmente leciona nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Piauí, curso de Pós-Graduação em Química (mestrado acadêmico) da Universidade Estadual do Piauí e no PROFBIO-UESPI (Mestrado profissionalizante em rede de Ensino de Biologia). É membro efetivo da Comissão de Ética para Uso de Animais da Universidade Estadual do Piauí CEUA/UESPI, 2023/2025. Membro do Comitê Institucional de Bolsas de Pesquisa e Inovação Tecnológica - CIPIT 2024/2026. Chefe do Laboratório de Pesquisa em Genética (LABGENE). Bolsista Produtividade em Pesquisa (PQ) da UESPI 2025/2026. Desenvolve pesquisa na área de Ensino de Genética e na Citogenética/Mutagênese usando os modelos biológicos *Allium cepa* e *Drosophila melanogaster* para avaliar o potencial toxicogenético de fitoquímicos, resíduos industriais e extratos vegetais.

## Pedro Marcos de Almeida

Licenciado e Graduado em Ciências Biológicas (Universidade Federal de Viçosa, 2001); Mestrado em Genética e Melhoramento (Universidade Federal de Viçosa, 2003); Doutorado em Genética (Universidade Federal de Pernambuco). Atualmente é professor Associado I da Universidade Estadual do Piauí (UESPI) e leciona Genética, Biologia Celular e Molecular. Integrante do Comitê Institucional de Bolsas de Pesquisa e Inovação Tecnológica (CIPIT) da UESPI; do Comitê de Ética em Pesquisa (CEPI)/UESPI; do Comitê de Ética no uso de Animais (CEUA)/UESPI. Professor do programa de Pós-Graduação a nível de mestrado em Química/UESPI, desenvolvendo pesquisas com plantas medicinais e compostos isolados na área de Mutagênese/Antimutagênese em animais e *Allium cepa*. Professor do programa de Pós-Graduação a nível de mestrado Profissional em Biologia (PROFBIO), desenvolvendo projetos na área de educação, com ênfase no ensino por investigação. Bolsista Produtividade FAPEPI (2022-2023); Bolsista Produtividade FAPEPI (2024-2025) e Bolsista Produtividade FAPEPI (2025-2026).

# ÍNDICE REMISSIVO

## A

- abordagem 9, 11, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 49, 84, 92, 93, 95, 101, 102, 105, 107, 109, 116, 126, 127  
adversidades 15  
alfabetização 16, 28, 71, 86, 107  
alimentar 19, 33, 60  
aminoácido 36, 77  
análise 9, 12, 23, 26, 27, 29, 43, 44, 45, 49, 55, 57, 59, 60, 63, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 75, 81, 85, 86, 92, 95, 96, 97, 99, 100, 106, 108, 110, 114, 116, 126, 127, 128, 132  
aprendizado 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 41, 43, 54, 59, 63, 65, 70, 71, 74, 77, 78, 80, 84, 85, 87, 89, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 127, 128  
argumentação 10, 22, 26, 63, 64, 65, 71, 77, 78, 90, 102, 110  
argumentações 23, 52, 59, 85, 101, 102, 103  
aulas remotas 70, 103

## B

- bem-estar 20  
biológicos 14, 15, 19, 26, 72, 141  
bioquímicos 9, 13, 36, 42, 54

## C

- cartilhas 89  
células 35  
cidadania 15  
cultural 15, 18, 19, 49, 53, 59, 65, 73, 79, 91, 133

# D

- democrática 20  
desenvolvimento 11, 12, 17, 18, 23, 26, 29, 30, 32, 33, 39, 52, 78, 86, 98, 102, 105  
diagnóstico 6, 12, 33, 39, 46, 58, 60, 66  
digestão 12, 32, 33, 46, 48, 51, 57, 60, 66, 73, 76, 81, 90, 123, 134  
digestório 61  
diversidade 19, 26, 87, 91  
doença 32, 41, 45, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 80, 102

# E

- educação 14, 15, 16, 17, 19, 23, 24, 25, 74, 78, 104, 107, 111, 114, 115, 116, 139, 140, 141  
ensino 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 41, 43, 50, 51, 54, 65, 70, 71, 78, 86, 93, 94, 99, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 126, 127, 128, 139, 140, 141  
entendimento 10, 11, 15, 16, 18, 21, 25, 26, 28, 29, 30, 43, 51, 55, 63, 64, 65, 66, 69, 71, 73, 74, 75, 77, 81, 84, 86, 90, 91, 92, 94, 99  
enzima 12, 32, 33, 38, 39, 40, 45, 46, 48, 60, 74, 82, 83, 91, 94  
enzimas 34, 55, 66, 75, 84  
escola pública 19, 104, 106, 111  
escolar 14, 15, 16, 18, 20, 24, 28, 29, 51, 59, 78, 86, 87, 91, 99, 116  
escolas públicas 18  
estratégias 101, 140  
evolutivos 9, 13, 42, 49, 54, 81, 99, 103

# F

- farmacêutica 33

fenótipos 66, 70, 71, 74, 75, 95, 96  
fermentação 33  
ferramenta 18, 24, 110  
ferramentas 17, 18, 21, 24, 29, 54, 91, 101  
financeiro 23  
fisiologia 10, 12, 20, 50, 103

## G

genética 10, 12, 32, 37, 39, 45, 47, 70, 71, 75, 76, 80, 96, 97, 104, 105, 106, 107, 115, 140  
genético 49, 66, 91, 133  
genéticos 12, 33, 39, 49, 71, 80, 132  
genótipos 50, 66, 70, 71, 74, 75, 77, 95, 96, 120, 121, 122, 123, 124

## H

habilidade 74  
habilidades 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 43, 54, 63, 66, 89, 98, 102  
hábitos 20, 83  
herança 9, 11, 13, 38, 42, 48, 50, 54, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 108, 120, 121, 122, 123, 124  
heredogramas 9, 42, 47, 49, 50, 66, 67, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 85, 92, 95, 96, 97, 126, 127

## I

intolerância 9, 12, 21, 30, 31, 32, 33, 39, 54, 55, 56, 61, 66, 69, 71, 75, 76, 81, 82, 83, 84, 87, 90, 91, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 129, 130, 132  
intolerância congênita 75, 82, 90, 91

investigaçāo 12, 25, 26, 27, 28, 54, 95, 97, 98, 100, 105, 107, 108, 114, 116, 127, 128, 141  
investigações 27

## J

justiça 15

## L

lactase 12, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 42, 46, 47, 48, 50, 51, 55, 60, 62, 64, 65, 66, 74, 75, 76, 77, 81, 82, 83, 84, 90, 91, 109, 112, 117, 133, 134  
lactose 9, 12, 21, 30, 31, 32, 33, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 50, 51, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 63, 66, 76, 81, 82, 83, 87, 90, 91, 108, 112, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 129, 130, 132, 133  
linguagem 12, 52, 85, 116  
lúdica 10

## M

metodologias 10, 12, 17, 18, 21, 24, 25, 30, 41, 50, 86, 91, 92, 93, 94, 99, 101, 103, 112  
moleculares 9, 13, 39, 42, 48, 49, 54, 79, 98, 128  
monogênica 9, 13, 38, 42, 54

## N

natureza 16, 25, 43, 71, 82, 140  
normativo 15, 18  
nucleotídeos 35, 75, 97  
nutrição 19, 20

# O

organismo 33, 36, 37

# P

pandemia 24, 25, 70, 104, 105  
pedagógica 18, 107, 114  
pedagógicas 25, 51, 140  
pedagógico 17, 19, 23, 25, 29  
prática escolar 18, 86  
práticas 10, 12, 27, 30, 51, 63, 89, 91, 94, 95, 107, 111, 127, 140  
processo 9, 13, 17, 19, 21, 24, 25, 29, 30, 32, 33, 35, 37, 42, 47, 52, 54, 60, 65, 66, 71, 77, 86, 91, 93, 97, 99, 103, 106  
processos 13, 15, 21, 23, 24, 26, 34, 36, 44, 46, 80, 94, 98, 99, 128  
produções didáticas 89  
produtos proteicos 42  
protagonista 21, 27, 63  
públicos 17

# Q

questionário 9, 44, 49, 51, 92, 99, 103

# R

raciocínio 13, 26, 28, 59, 96, 102  
ribonucleotídeos 35

# S

sala de aula 11, 12, 15, 17, 20, 21, 22, 23, 29, 30, 45, 46, 63, 64, 72, 73, 74, 78, 86, 91, 96, 99, 104, 114  
saudável 20, 24  
saúde 12, 19, 20, 41, 71, 104, 109, 110, 111, 140  
sintomas 12, 20, 30, 31, 32, 33, 39, 45, 47, 48, 50, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 68, 70, 72, 73, 76, 82, 83, 118, 121, 122, 123, 124  
sistema 6, 17, 20, 31, 40, 61  
sociedade 11, 12, 15, 16, 24, 30

# T

tecnologia 19  
tecnologias 15, 17, 18, 24, 115  
tecnológicos 21, 24  
transversalidade 11, 19  
tratamento 20, 33, 39, 40



