



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO
DIRETORIA DE ENSINO A DISTÂNCIA

Compreensão do conceito de DNA por meio de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) nos Anos Finais do Ensino Fundamental

Understanding the concept of ADN through an Investigative Teaching Sequence (ITS) in the Final Years of Elementary School

Nivaldo Bernardo de Lima Júnior^{1*}

^{1*}IFPE – EAD – Polo Gravatá | prof.nivaldobernardo@gmail.com

Marcos Antonio Pessoa Leite²

Rogério Ferreira da Silva³

²IFPE - Campus Garanhuns

³IFPE – Campus Belo Jardim

RESUMO

Esse estudo objetivou compreender o conceito do DNA, mediante a execução de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre a extração dessa molécula em diferentes frutas com os discentes do 9º ano do Ensino Fundamental de uma Escola pública Municipal em Toritama – Pernambuco. A SEI foi organizada em três etapas: 1 (exposição do conteúdo e questão problema), 2 (execução da atividade) e 3 (avaliação). Participaram 30 estudantes que foram organizados em seis equipes de cinco pessoas. Cada equipe recebeu um tipo de fruta (banana da terra, kiwi, mamão, morango, uva e banana prata) e um roteiro com as orientações. Os resultados revelaram que é possível realizar a extração da molécula de DNA de diferentes frutas, com materiais acessíveis, mesmo na ausência de um Laboratório de Ciências. Apesar disso, ficou evidente também que, por meio desse processo, não é possível visualizar macroscopicamente o DNA. Ademais, a execução das três etapas da SEI foi construtiva, pois os estudantes interagiram ativamente no manuseio dos materiais, bem como na resolução do estudo dirigido e na elaboração do relatório. Portanto, a utilização do ensino por investigação mostrou-se eficiente para auxiliar os estudantes no desenvolvimento do pensamento científico, assim como na compreensão do conceito dessa molécula.

Palavras-chaves: DNA vegetal, educação básica, genética, sequência didática.

ABSTRACT

This study aimed to understand the concept of ADN, through the execution of an Investigative Teaching Sequence (ITS) on the extraction of this molecule in different fruits with students in the 9th grade of Elementary School at a Municipal Public School in Toritama - Pernambuco. The ITS was organized into three stages: 1 (exposition of content and problem question), 2 (execution of the activity) and 3 (evaluation). 30 students participated and were organized into six teams of five people. Each team received a type of fruit (plantain, kiwi, papaya, strawberry, grape and burro banana) and a script with instructions. The results revealed that it is possible to extract ADN molecules from different fruits, using accessible materials, even in the absence of a Science Laboratory. Despite this, it was also evident that, through this process, it is not possible to macroscopically visualize ADN. Furthermore, the execution of the three stages of the ITS was constructive, as the students interacted actively, in handling the materials, as well as in solving the directed study and in preparing the report. Therefore, the use of research-based teaching has proven to be efficient in helping students develop scientific thinking, as well as in understanding the concept of this molecule.

Keywords: ADN vegetable, basic education, didactic sequence, genetics.

1 INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências tem seus desafios diários tanto para os docentes quanto para os discentes. Isso acontece, porque muitas aulas ocorrem de maneira apenas conteudista e dissociadas do cotidiano dos estudantes. Com isso, torna-se desafiador planejar aulas atrativas e que levem a compreensão plena dos conteúdos propostos, sendo necessário repensar as práticas pedagógicas adotadas, uma vez que há uma dependência de muitos fatores, inclusive, de materiais e recursos que, em sua maioria, não estão suficientemente disponíveis na maior parte das escolas públicas da Educação Básica no Brasil (Silva *et al.*, 2017; Silva *et al.*, 2021).

Nesse sentido, a falta de laboratórios para a execução de aulas práticas e experimentais investigativas, assim como a ausência da utilização desses espaços e de tempo do docente para planejar esses tipos de aulas, muitas vezes, limitam o seu trabalho e acabam comprometendo o aprendizado dos estudantes em diversas escolas, nas quais apenas o livro didático ou vídeos ilustrativos são utilizados para demonstrar determinados fenômenos e processos celulares. Dessa forma, a aula torna-se previsível e pouco interessante para o estudante, limitando assim o desenvolvimento do seu pensamento investigativo e científico (Lima *et al.*, 2016; Santana *et al.*, 2019).

Todavia, a ausência dos espaços supracitados em uma instituição escolar, não pode ser considerada como um impeditivo ou ser determinante para a realização de aulas com abordagens investigativas, já que é possível executar esses tipos de aulas em ambientes diversos que perpassam um Laboratório de Ciências. Assim, essas aulas podem ser realizadas na própria sala de aula, dependendo de como o docente atuará, mediando esse processo de ensino-aprendizagem, para que os estudantes se sintam motivados a aprender (Costa *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2022).

Dentre os diversos temas que fazem parte das unidades temáticas e objetos de conhecimento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em Ciências, há aqueles que estão relacionados à parte da Biologia Celular e Molecular. Esses são conteúdos que, em geral, não são possíveis de visualizar macroscopicamente, o que acaba distanciando da realidade e da capacidade de abstração dos discentes. Nos assuntos relacionados à Genética, que é a ciência que estuda a hereditariedade, bem como os mecanismos de transmissão das características de uma espécie para outra, é abordado sobre o Ácido Desoxirribonucleico (DNA), o qual é um código químico linear que contém a informação hereditária e está armazenado em todas as células, sendo responsável por transmitir as características, que um ser vivo possui, para os seus descendentes (Moura *et al.*, 2013; Alberts *et al.*, 2017).

Apesar disso, existe uma problemática de que muitos estudantes, sobretudo, dos anos finais do Ensino Fundamental, ainda confundem o que é a molécula de DNA, assim como em quais seres e tipos celulares ela pode ser encontrada. Desse modo, é comum afirmarem erroneamente que esse ácido nucleico existe apenas nos seres humanos, não sendo encontrado nos seres vegetais como, por exemplo, nas diferentes frutas. Contudo, é possível realizar a extração do DNA com organismos que pertencem aos diferentes Reinos (Monera, Protista, Fungi, Plantae e Animalia) da natureza (Kinoshita *et al.*, 2016). A partir disso, nesse estudo, considerou-se a seguinte questão problema principal: será que é possível extrair ou visualizar macroscopicamente o DNA das frutas, já que ele é uma molécula microscópica?

Dessa forma, é necessário criar possibilidades para trabalhar o processo de experimentação e investigação com os discentes, de forma que a participação ativa deles possa contribuir no processo de construção dos saberes científicos por meio da reflexão e investigação (Silva *et al.*, 2020). Com isso, para haver a aproximação do conteúdo com a realidade e cotidiano desses estudantes, é preciso promover atividades com abordagens experimentais e investigativas ministradas com uma linguagem contextualizada (Belcavello & Barbosa, 2022). Para tanto, podem ser utilizados materiais simples, de fácil acesso e de baixo custo, que podem estar disponíveis em suas próprias residências (Gonçalves, 2022).

Nesse contexto, a execução de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) de extração do DNA das frutas, possibilita trabalhar conceitos científicos, relacionados a essa molécula, com uma abordagem de fácil compreensão, além de que desperta o interesse dos estudantes em participarem manuseando os materiais e reagentes em todas as etapas do experimento. Isso tem uma importância significativa, pois abordar termos científicos, especialmente para estudantes do Ensino Fundamental, é desafiador para o docente, já que muitos estão entrando em contato pela primeira vez com a linguagem científica e, por isso, normalmente apresentam considerável dificuldade de compreensão, tornando o processo de ensino-aprendizagem complexo (Belcavello & Barbosa, 2022).

Sendo assim, o objetivo geral deste trabalho consistiu em compreender o conceito do DNA, mediante a execução de uma SEI sobre a extração dessa molécula, em diferentes frutas, com os discentes do 9º ano (Anos Finais) do Ensino Fundamental de uma Escola pública situada no Município de Toritama – Pernambuco. Desse modo, para atingir tal objetivo estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos: entender que os diferentes seres vegetais, assim como os animais também possuem DNA nas suas células; realizar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) constituída por três etapas (exposição teórica e problematização, processo de experimentação e avaliação); desenvolver o pensamento científico dos discentes, por meio

da experimentação e investigação, a partir da participação e interação do trabalho em equipe; e verificar a quantidade de DNA extraído, por cada uma das equipes, das diferentes frutas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 OS DESAFIOS DO ENSINO DE GENÉTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A Genética consiste em uma subárea das Ciências Biológicas. E, apesar dos conteúdos abordados fazerem parte do nosso dia a dia como, por exemplo, testes de paternidade, transgênicos, sequenciamento de DNA, entre outros, muitos discentes apresentam limitações em assimilarem e compreenderem, devido ao grau de dificuldade no entendimento. Isso acaba desmotivando tanto os discentes para aprender quanto os docentes para ensinar (Cola; Souza, 2020).

Entre os conteúdos abordados na Genética, está a molécula de DNA, a qual é formada por duas cadeias de nucleotídeos complementares. Assim, os nucleotídeos são constituídos por açúcares (desoxirribose no DNA), a qual está ligada um grupo fosfato e a uma base nitrogenada (são quatro tipos diferentes: Adenina, Citosina, Guanina ou Timina), de modo que, entre essas bases, estão as ligações de hidrogênio que unem as duas cadeias. Desse modo, por conta da composição estrutural e características químicas das duas cadeias polinucleotídicas, o DNA organiza-se no formato de dupla-hélice (Alberts *et al.*, 2017).

Dessa forma, é notável pelos docentes as dificuldades presentes, na compreensão desses conteúdos que são considerados abstratos, pois os discentes precisam conhecer uma série de conceitos e vocábulos que, em sua maioria, não são comuns. Assim, muitos conteúdos relacionados à Genética, podem estar sendo ministrados erroneamente, caso seja considerado apenas o que está sendo abordado nos livros didáticos, pois o ensino somente por esse recurso pode contribuir para o déficit no processo de aprendizagem (Silva *et al.*, 2017; Kim *et al.*, 2022).

Em vista disso, atualmente, cada vez mais, a Genética e o ensino vêm se desenvolvendo e passando por mudanças. Com isso, é necessário que o processo de ensino-aprendizagem passe por atualizações e inovações, de modo que é essencial inserir metodologias ativas no planejamento docente, pois estimulará os discentes à pesquisa e à busca por novas informações para construção do conhecimento. Para tanto, faz-se necessário que os docentes promovam, por exemplo, atividades práticas e experimentais investigativas (Nascimento *et al.*, 2020).

2.2 A IMPORTÂNCIA DE AULAS PRÁTICAS, EXPERIMENTAIS E ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A execução de aulas práticas e experimentais em Ciências tem relevante importância, pois pode contribuir para a participação ativa dos estudantes na construção dos seus conhecimentos. Além disso, é possível estabelecer uma relação entre o conteúdo que foi abordado teoricamente com o que está sendo vivenciado na prática. Isso permitirá que o processo de ensino-aprendizagem seja dinâmico, interessante e significativo, melhorando assim a qualidade do ensino para o docente e os discentes (Silva *et al.*, 2017).

Nesse contexto, o ensino por investigação em Ciências, consiste em uma abordagem didática que busca valorizar as atividades que têm como centro o estudante, considerando-o como sujeito ativo, promovendo o desenvolvimento de sua autonomia, da sua capacidade na tomada de decisões, bem como na resolução de problemas. Com isso, deve ser proporcionado um ambiente que seja favorável às discussões e a apresentação de ideias desses indivíduos (Sasseron, 2015).

Diante disso, o docente deve atuar incentivando e mediando esse processo, de forma que os discentes se sintam motivados a se posicionarem e expressarem os seus respectivos pensamentos. Assim, o professor deve buscar questionar e suscitar discussões, bem como deve estar aberto e atento para escutar as devidas respostas dos seus alunos. Desse modo, atuará orientando os estudantes, de forma que eles sejam direcionados para a construção do conhecimento por meio da problematização e investigação (Barbosa *et al.*, 2021).

Portanto, o problema é um elemento essencial para estimular as ações dos discentes e promover o processo investigativo, pois a partir dele haverá motivação para a participação e interação, gerando discussões em equipe, acerca do que está sendo abordado. Para tanto, é preciso que a problemática escolhida para ser investigada, faça parte da experiência, da cultura e do meio, no qual os estudantes estão inseridos, pois assim será interessante para que eles exponham os seus conhecimentos prévios, construam hipóteses e busquem testá-las a fim de encontrar as devidas respostas e resoluções do problema (Carvalho, 2013; Souza *et al.*, 2020).

2.3 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC) E O ENSINO DE CIÊNCIAS

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), consiste em um documento com normas que definem aprendizagens essenciais para os discentes desenvolverem na Educação Básica. Dessa forma, a BNCC é constituída por cinco áreas do conhecimento: Linguagens, Matemática,

Ciências Humanas, Ensino Religioso e Ciências da Natureza. Cada componente curricular possui um conjunto de habilidades que estão associadas com os diferentes objetos de conhecimento e estruturados em unidades temáticas nos Anos Iniciais e Finais do Ensino Fundamental (Brasil, 2018, p. 27).

Nesse contexto, na área de Ciências da Natureza, está inserida o componente curricular Ciências, para o qual a BNCC propõe as seguintes unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo. Com isso, tendo em vista o perfil da turma, bem como os conteúdos abordados nesse trabalho, é possível destacar a unidade de Vida e Evolução, na qual encontra-se o Objeto de Conhecimento sobre Hereditariedade, do 9º ano desta etapa de ensino (Brasil, 2018, p. 350). Assim, estão relacionadas as seguintes habilidades da BNCC:

(EF09CI08) Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.

(EF09CI09) Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos (Brasil, 2018, p. 351).

Diante disso, ao possibilitar o trabalho das habilidades supracitadas, contribuirá no direcionamento e no desenvolvimento de competências dos discentes, direcionadas à alfabetização e ao pensamento científico, por meio de práticas de ensino investigativas, de modo que o estudante possa atuar de forma crítica e consciente na sociedade em que está inserido (Assunção & Silva, 2020).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA E ATIVIDADE INVESTIGATIVA (AI)

Nesse estudo, o tipo de pesquisa contemplada foi de abordagem qualitativa e descritiva. O desenvolvimento dessa proposta, com as devidas adaptações e incrementações, teve como base a Atividade de Investigação (AI) - Extração de DNA (Pereira *et al.*, 2010) que faz parte do Eixo Temático Vida e subtema o que é a vida? do Curso de Especialização em Ensino de Ciências - Anos Finais do Ensino Fundamental: Ciência é 10 do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE).

3.2 LOCALIZAÇÃO DA ESCOLA, TEMPO DE AULA E PÚBLICO-ALVO

Esse estudo foi conduzido com os estudantes do 9º ano, do turno da manhã, da Escola Municipal Rui Barbosa, a qual fica situada na cidade de Toritama – Pernambuco.

A execução dessa atividade experimental investigativa teve duração de 150 minutos (três aulas de 50 minutos), de forma que participaram trinta estudantes, os quais foram divididos em seis equipes de cinco integrantes cada.

Os procedimentos para a aplicação da atividade seguiram as normas éticas de pesquisa, de modo que foram apresentados aos discentes que participaram, o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

3.3 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)

Esse trabalho foi desenvolvido a partir de uma SEI, a qual foi organizada em três etapas, sendo elas: Etapa 1 – Exposição do conteúdo, abordagem de conceitos e da questão problema investigativa (3.3.1), Etapa 2 – Processo de experimentação: distribuição dos materiais e equipamentos, e execução da atividade (3.3.2) e Etapa 3 – Avaliação (3.3.3).

3.3.1 Etapa 1 – Exposição do conteúdo, abordagem de conceitos e da questão problema investigativa

Nessa etapa, foi realizada uma aula expositiva dialogada, na própria sala de aula, de modo que algumas perguntas foram inicialmente suscitadas com o intuito de conhecer os conhecimentos prévios dos estudantes acerca da temática do ácido desoxirribonucleico (DNA). Em seguida, a fim de direcionar a abordagem dessa aula, outros questionamentos foram apresentados como: O que são ácidos nucleicos? Em quais tipos de células e partes destas podemos encontra-los? Qual é a estrutura da molécula de DNA? Quais são as diferenças de cromossomos e genes?

Para tanto, foram utilizados materiais expositivos com uso de recursos multimídia, como vídeos ilustrativos e apresentação de imagens em PowerPoint. Além disso, foi apresentada a questão problema principal que consistiu em: será que é possível extrair ou visualizar macroscopicamente o DNA das frutas, já que ele é uma molécula microscópica?

Ademais, foram suscitadas questões adjacentes à questão problema principal como: qual é a constituição do DNA? Será que o DNA das frutas é maior do que o do ser humano?

Existem diferenças entre as moléculas de DNA de frutas diferentes? É possível extrair o DNA das células vegetais sem ser em um laboratório? (Duração dessa etapa: uma aula = 50 minutos).

3.3.2 Etapa 2 – Processo de experimentação: distribuição do roteiro, dos materiais e equipamentos, e execução da atividade

Após a aula da etapa 1, os discentes foram organizados em equipes e direcionados ao refeitório da escola, onde foi realizada a aula investigativa e experimental. Assim, cada equipe recebeu o roteiro impresso, bem como os materiais, os equipamentos e as orientações necessárias para a extração do DNA das frutas (3.3.2.1). Após isso, seguiram todas as instruções para o procedimento de extração do DNA (3.3.2.2) (Duração dessa etapa: uma aula = 50 minutos).

3.3.2.1 Materiais e equipamentos

Os materiais e equipamentos foram distribuídos para cada equipe, de forma que cada uma recebeu um tipo diferente de fruta para a extração do DNA. Assim, foram consideradas seis tipos de frutas conhecidas pelos estudantes (Quadro 1). O roteiro da atividade de investigação serviu para instruir os estudantes sobre os nomes dos materiais, reagentes e equipamentos, assim como para saberem em qual momento da execução deveriam fazer uso de cada um destes.

Quadro 1: Materiais e reagentes necessários para a extração do DNA das frutas.

Item	Quantidade por equipe	Caracterização
Saco plástico do tipo <i>zip lock</i>	1 unidade	Serviu para colocar as frutas dentro para macerar com mãos.
Banana-da-terra (<i>Musa paradisiaca</i>)	1 unidade	Utilizada pela equipe 1.
Kiwi (<i>Actinidia deliciosa</i>)	1 unidade	Utilizado pela equipe 2.
Mamão (<i>Carica papaya L.</i>)	½ (metade)	Utilizada pela equipe 3.
Morango (<i>Fragaria vesca</i>)	5 unidades	Utilizadas pela equipe 4.
Uva (<i>Vitis vinífera</i>)	1 cacho pequeno	Utilizado pela equipe 5.
Banana prata (<i>Musa sapientum</i>)	1 unidade	Utilizada pela equipe 6.
Detergente neutro	2 colheres de chá	Concentrado e transparente.
Cloreto de sódio (NaCl)	1 colher de chá	Sal de cozinha do tipo refinado.
Copos descartáveis (150 ml)	2 unidades	Serviram para colocar água, preparar a solução de lise e filtrar o extrato de cada fruta, após o processo de maceração.
Pratos descartáveis médios rasos	2 unidades	Serviram para colocar os materiais e não sujar o ambiente no qual foi realizada a atividade.
Colheres descartáveis	2 unidades	Utilizadas para medida do detergente e do sal de cozinha
Álcool etílico a 70% (gelado)	150 ml	A quantidade foi medida previamente em garrafas descartáveis de refrigerantes de 150 ml. Isso foi devido à ausência de recipientes graduados.
Água	150 ml	Foi utilizada para preparar a solução de lise.
Peneira pequena de cozinha	1 unidade	Para filtrar o extrato das frutas maceradas.
Pote transparente de vidro	1 unidade	Para colocar o filtrado das frutas.
Palito de churrasco (18 cm)	1 unidade	Para coletar o aglomerado de DNA.

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

3.3.2.2 Procedimentos para a extração do DNA

Após cada equipe receber os materiais necessários e o roteiro da aula, o professor iniciou fazendo algumas indagações e reflexões sobre a importância dessa molécula para a

compreensão da vida e para explicar muitos fenômenos biológicos, conforme foi abordado na aula expositiva dialogada (Etapa 1). Depois disso, os estudantes seguiram os procedimentos descritos abaixo:

- Os membros de cada equipe colocaram a fruta no saco plástico e a esmagaram até formar uma mistura.
- Prepararam a solução de lise adicionando a um copo, 150 ml de água, uma colher de NaCl (cloreto de sódio) e duas colheres de detergente.
- Adicionaram a fruta amassada à solução de lise e realizaram a mistura com uma colher.
- Filtraram a mistura com o auxílio de uma peneira pequena.
- Transferiram o filtrado de cada fruta para um frasco de vidro.
- Adicionaram o álcool etílico a 70% gelado no frasco de vidro contendo o filtrado.
- Misturaram até observar a formação do precipitado em forma de fios.

3.3.3 Etapa 3 – Avaliação

Após a execução de todos os procedimentos do experimento, na aula seguinte, os resultados encontrados na atividade investigativa foram discutidos e os discentes orientados a responder individualmente um estudo dirigido, constituído por cinco questões discursivas, bem como a elaborar um relatório de aula prática (em equipe) abordando não apenas o que foi desenvolvido na aula, mas também respondendo, de forma fundamentada, a cada uma das perguntas que estavam presentes no roteiro da aula (Duração de uma aula: 50 minutos).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

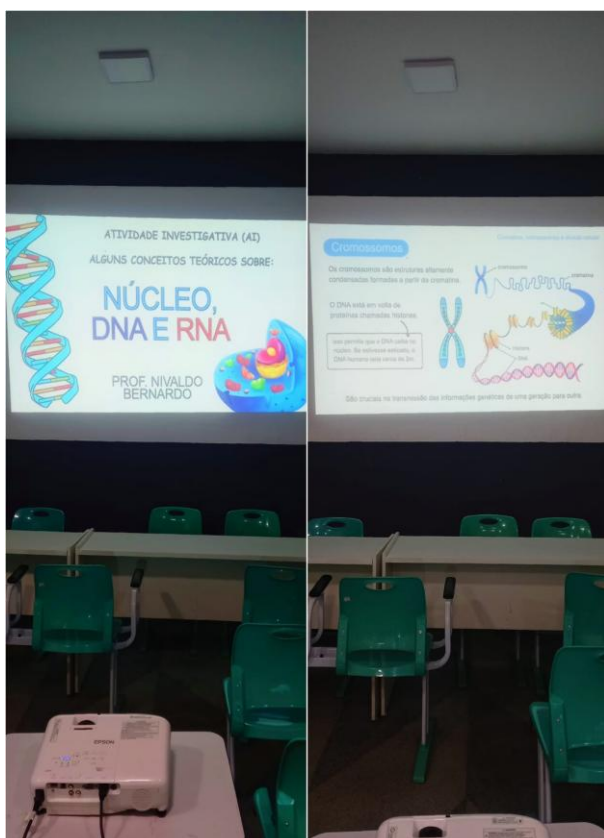
A Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi aplicada em três aulas, de forma que cada etapa foi executada em uma aula. Na primeira etapa, inicialmente, os discentes tiveram uma aula expositiva dialogada abordando os conceitos de célula eucarionte (animal e vegetal), ácidos nucleicos, cromossomos, genes e a importância da hereditariedade. Para tanto, foram utilizados recursos multimídia como exposição de vídeos ilustrativos e apresentação em PowerPoint (Fig. 1).

Ainda nessa aula, algumas questões foram suscitadas para saber quais os conhecimentos prévios que os discentes possuíam acerca da molécula de DNA nos diferentes seres vivos. A partir disso, alguns estudantes começam a fazer algumas suposições e pensar em algumas

hipóteses como, por exemplo, que não era possível observar o DNA sem o uso de microscópio, e que não havia DNA nas frutas, pois essa molécula é encontrada apenas nos seres humanos para a realização dos testes de paternidade.

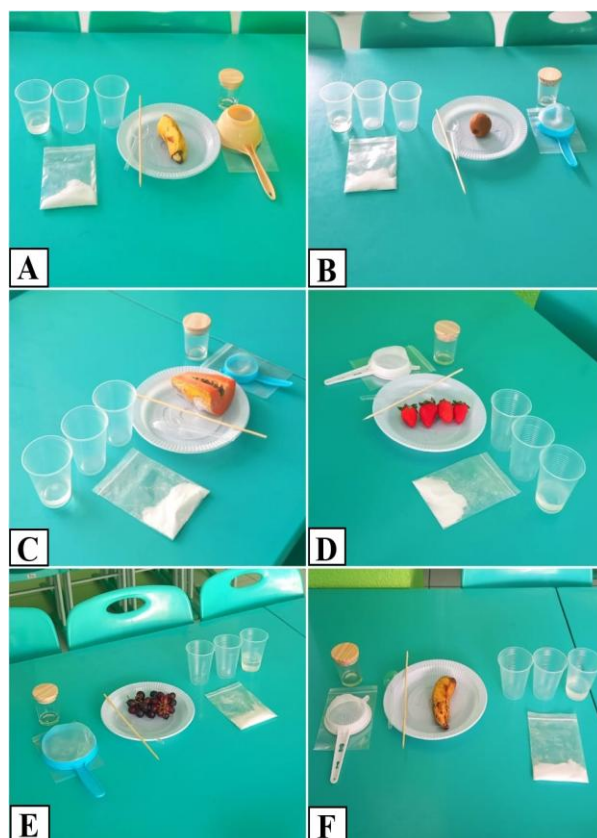
A escola em que a SEI foi aplicada não possui Laboratório de Ciências ou outro espaço com finalidade semelhante. Desse modo, o local mais adequado e possível de realizar esse experimento foi o refeitório da escola que é uma área ampla com mesas e cadeiras. Na aula seguinte, os estudantes organizaram-se em equipes e foram para esse local executar a etapa 2 da atividade experimental. Assim, foi viável a utilização desse espaço por que, como os materiais utilizados são comuns no dia a dia de uma cozinha residencial, não trouxeram perigo ou toxicidade para o ambiente ou às pessoas. O roteiro impresso, com as orientações, foi disponibilizado para cada um dos discentes, assim como os materiais necessários foram organizados e separados, de forma que cada equipe ficou com um tipo de fruta (Fig. 2).

Figura 1. Imagens da aula expositiva dialogada com apresentação da questão problema e abordagem de conceitos teóricos sobre as células eucariontes, o núcleo e os ácidos nucleicos (Etapa 1).



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

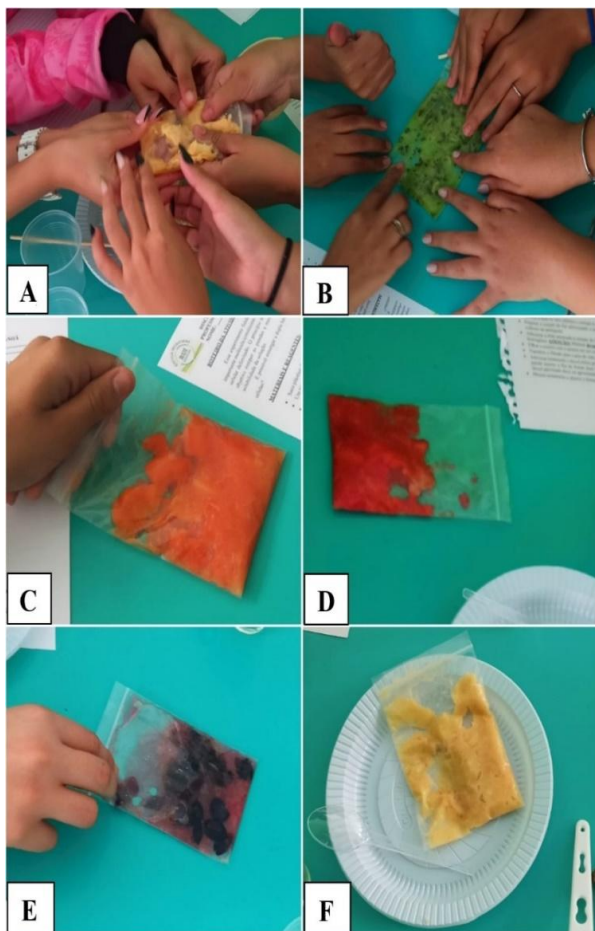
Figura 2. Imagens dos materiais e frutas utilizadas por cada uma das equipes na atividade investigativa experimental (Etapa 2). **A:** Banana da Terra. **B:** Kiwi. **C:** Mamão. **D:** Morango. **E:** Uva. **F:** Banana prata.



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

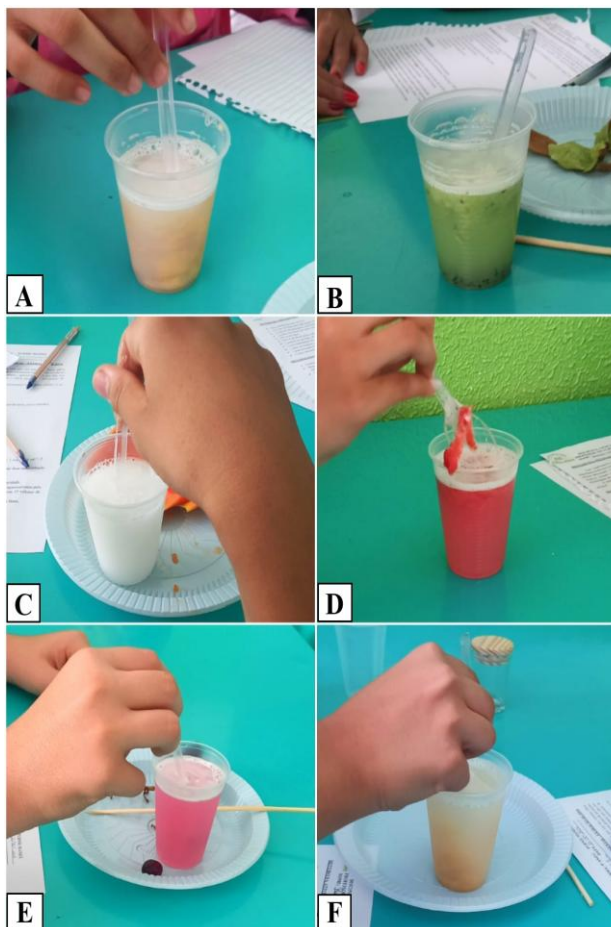
Após organizarem-se nos devidos lugares com os componentes de sua equipe e escutarem as orientações do docente, os estudantes iniciaram o procedimento de extração do DNA das frutas, seguindo as instruções presentes no roteiro da aula. Desse modo, colocaram a fruta no saco plástico e iniciaram o processo de maceração (Fig. 3). Após isso, cada equipe preparou a solução de lise e adicionou nela a fruta amassada, misturando tudo com movimentos circulares e lentos para não gerar espuma (Fig. 4).

Figura 3. Imagens do processo de maceração mecânica, de cada uma das frutas, realizado pelos componentes das equipes (Etapa 2). **A:** Banana da Terra. **B:** Kiwi. **C:** Mamão. **D:** Morango. **E:** Uva. **F:** Banana prata.



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

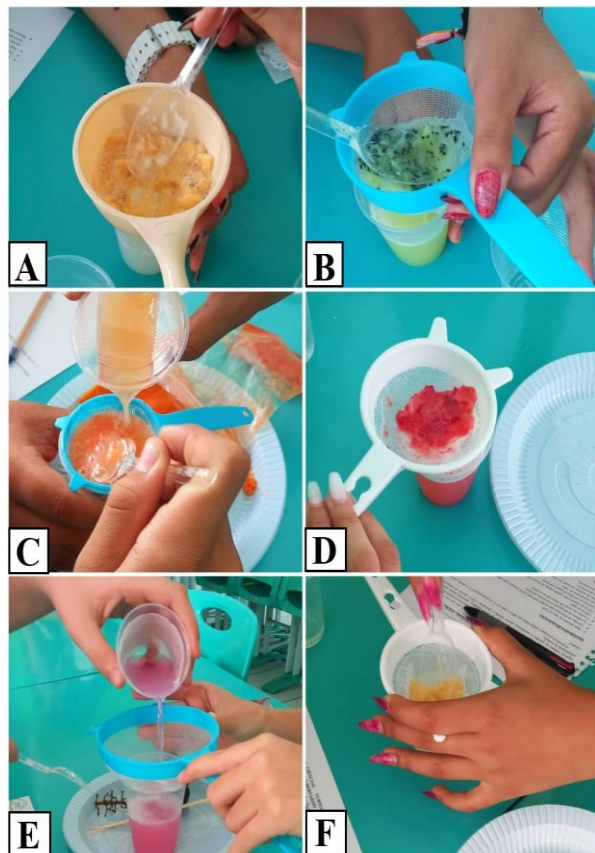
Figura 4. Imagens do processo de mistura, de cada uma das frutas, à solução de lise (Etapa 2). **A:** Banana da Terra. **B:** Kiwi. **C:** Mamão. **D:** Morango. **E:** Uva. **F:** Banana prata.



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

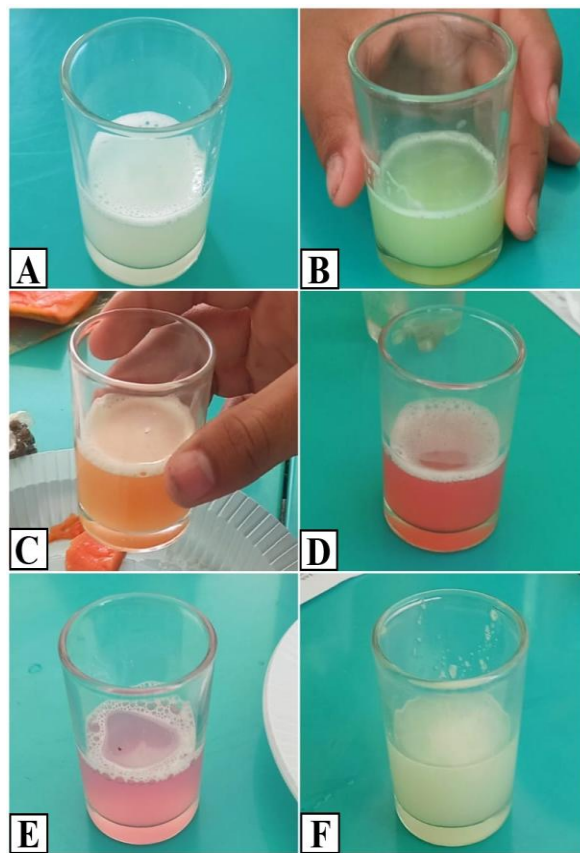
Na sequência, a mistura de cada fruta com a solução de lise foi filtrada com o auxílio de uma peneira (Fig. 5), de modo que o filtrado foi transferido para um pote de vidro (Fig. 6).

Figura 5. Imagens do processo de filtração das misturas, de cada uma das frutas, com a solução de lise (Etapa 2). **A:** Banana da Terra. **B:** Kiwi. **C:** Mamão. **D:** Morango. **E:** Uva. **F:** Banana prata.



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

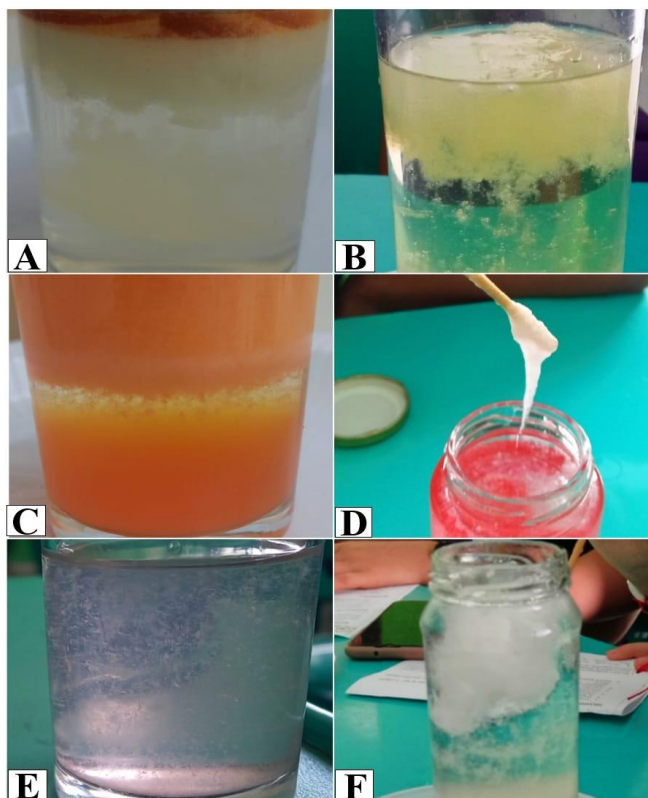
Figura 6. Imagens da transferência do filtrado, de cada uma das frutas, para o pote de vidro (Etapa 2). **A:** Banana da Terra. **B:** Kiwi. **C:** Mamão. **D:** Morango. **E:** Uva. **F:** Banana prata.



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Após o filtrado de cada fruta ser depositado nos potes de vidros, o docente distribuiu o álcool etílico a 70% gelado para cada uma das equipes. Esse material só foi distribuído no momento do uso, devido ser necessário estar com sua temperatura conservada. Com isso, cada equipe adicionou álcool, aproximadamente, com a mesma quantidade do extrato do filtrado, deixando-o escorrer vagarosamente pela parede interna do recipiente, a fim de formar duas fases: uma superior (alcoólica) e outra inferior (aquosa). Depois disso, à medida que o filtrado foi misturando-se lentamente com o álcool, foi possível observar a formação do precipitado em forma de fios entre as duas fases que, dependendo da quantidade concentrada, puderam ser enrolados com o palito (Fig. 7).

Figura 7. Imagens da formação e precipitação do DNA, a partir da mistura do filtrado de cada uma das frutas, com álcool etílico a 70% gelado (Etapa 2). **A:** Banana da Terra. **B:** Kiwi. **C:** Mamão. **D:** Morango. **E:** Uva. **F:** Banana prata.



Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Ao finalizarem a extração do DNA e visualizarem o precipitado formado de cada uma das frutas, o docente interagiu com os discentes escutando-os sobre as possíveis respostas e explicações para que isso fosse observado. Assim, na aula seguinte (etapa 3), os discentes responderam o estudo dirigido proposto e elaboraram o relatório, em equipe, a partir das respostas obtidas das perguntas abordadas nesse estudo (Quadro 2).

Quadro 2: Perguntas e compilação das respostas obtidas por meio dos estudos dirigidos e relatórios desenvolvidos por cada uma das equipes.

Perguntas:	Respostas:
1º) Por que o tecido vegetal precisa ser macerado para isolar o DNA?	Equipe 1: “Para romper a membrana nuclear e expor o DNA.” Equipe 2: “Romper a membrana do núcleo.” Equipe 3: “Para isolar o DNA, porque é necessário devido a parede celular que é uma estrutura espessa e rígida, presente em células vegetais, seja rompida.” Equipe 4: “Para expor o DNA.” Equipe 5: “Auxilia a quebrar a fruta em partes cada vez menores, fazendo com que os reagentes possam atuar da melhor forma.” Equipe 6: “Para romper as membranas das células das frutas.”
2º) Qual é o papel do detergente, presente na solução de lise, no processo de extração do DNA das frutas?	Equipe 1: “Para facilitar o rompimento da membrana nuclear, por conta da sua composição.” Equipe 2: “Ajuda no rompimento da membrana, composta por lipídeos e proteínas, para extrair o DNA.” Equipe 3: “Seu papel é misturar-se com os lipídeos presentes no envoltório nuclear e assim ajudar a romper essa membrana.” Equipe 4: “Para destruir o núcleo da célula vegetal.” Equipe 5: “Atua no rompimento da membrana do núcleo das células da fruta, onde está o DNA.” Equipe 6: “O detergente irá desnaturar as membranas plasmática e nuclear, que são constituídas por lipídeos, e irá romper o conteúdo presente no seu interior, expondo o DNA e as proteínas associadas.”
3º) Por que foi utilizado o NaCl (cloreto de sódio) e álcool a 70% (gelado) no experimento?	Equipe 1: “Por que ele vai suspender o DNA entre as duas fases de água e do álcool.” Equipe 2: “Ajuda a aglomerar o DNA.” Equipe 3: “O sal de cozinha e o álcool gelado vão suspender o DNA entre as duas fases (água e álcool).” Equipe 4: “Ajuda o DNA a ficar suspenso.” Equipe 5: “O NaCl neutraliza a carga negativa do grupo fosfato do DNA. O álcool gelado ajuda a precipitar essa molécula.” Equipe 6: “O NaCl fornece íons a solução e, juntamente com o álcool gelado, ajuda a precipitação do DNA.”
4º) Após extrair o DNA da fruta foi possível visualizá-lo macroscopicamente (a olho nu)? Explique.	Equipe 1: “Não é possível ver a olho nu. A gente vê DNA mais proteínas, tudo junto.” Equipe 2: “Não, porque o que se observa é uma aglomeração de moléculas e proteínas.” Equipe 3: “Não é possível visualizá-lo sozinho. O que se vê é um aglomerado de várias moléculas com proteínas.” Equipe 4: “Não, porque o que é possível observar é uma concentração de várias moléculas.” Equipe 5: “É possível extrair o DNA e ver em aglomerados brancos, mas não da forma que vemos nos desenhos dos livros.” Equipe 6: “O que se observa é um aglomerado que não tem apenas DNA.”
5º) Se você utilizasse, por exemplo, um liquidificador para fazer o processo de maceração das frutas, o resultado obtido seria o mesmo, comparado a maceração mecânica?	Equipe 1: “O liquidificador iria estragar o DNA da fruta.” Equipe 2: “Porque iria destruir até o DNA.” Equipe 3: “O resultado não seria o mesmo, pois a maceração mecânica envolve um processo mais controlado e específico para extrair compostos desejados dos materiais.” Equipe 4: “Não, porque usando esse equipamento iria destruir todo o DNA.” Equipe 5: “Não seria o mesmo, pois o DNA iria ser danificado pela velocidade do liquidificador.” Equipe 6: “Por meio da maceração o DNA pode ser melhor preservado.”

Fonte: elaborado pelo autor, 2024.

Tendo em vista os resultados apresentados, nota-se que os estudantes compreenderam a importância da maceração mecânica das frutas para a conservação da estrutura do DNA durante a sua extração. Esse processo, auxiliou no rompimento e homogeneização dos tecidos vegetais, facilitando a interação dos reagentes com os componentes celulares. O cloreto de sódio (NaCl) forneceu íons positivos (cátions Na^+) que contribuíram na neutralização da carga negativa, presentes nos grupos fosfatos, das moléculas de DNA; e íons negativos (ânions Cl^-) que atuaram na neutralização das proteínas histonas, colaborando para a aglutinação do DNA das soluções obtidas por cada uma das equipes (Pereira *et al.*, 2010; Gonçalves & Yamaguchi, 2023).

Além disso, os estudantes assimilaram sobre a utilização do detergente e de sua afinidade em relação a constituição da bicamada lipídica (lipídeos e proteínas) presentes nas membranas celulares – plasmática e nuclear. Assim, as moléculas lipídicas apresentam duas extremidades: uma polar ou hidrofílica (interage com a água) e outra apolar ou hidrofóbica (repele a água). De forma semelhante, Siqueira & Doboszewski (2023) destacaram a utilização do detergente e sua afinidade com as membranas, uma vez que esse produto pode interagir com os componentes polares e apolares dos lipídeos das membranas, emulsificando-os para desestruturar a bicamada e facilitar a exposição do DNA até o meio extracelular (Fagundes *et al.*, 2022).

Segundo Fagundes *et al.*, (2022) a utilização do álcool a 70% gelado pode ser explicada pela potencialização no processo de precipitação do DNA, porque quanto mais gelado estiver, menor será a solubilidade desta molécula na solução alcóolica. Além disso, o álcool tem densidade menor do que a solução aquosa; e o DNA possui densidade maior que o álcool e menor do que a solução aquosa. Dessa forma, no presente estudo, o álcool atuou na união de diversas dessas moléculas, impedindo-as de dissolverem-se em meio aquoso, resultando na formação de fios brancos idênticos a algodões que puderam ser observados no final da fase alcóolica do experimento. Assim, o DNA concentrou-se na camada intermediária entre a solução aquosa e o álcool etílico, de forma que foi possível verificar o emaranhado de filamentos aderindo-se ao palito quando este foi introduzido na solução (Matta *et al.*, 2020; Gonçalves & Yamaguchi, 2023).

Todavia, também foi destacado para os discentes que não foi possível visualizar a estrutura em dupla hélice (bases nitrogenadas, açúcar, grupos fosfatos e ligações de hidrogênio) da molécula de DNA a olho nu, tal como eles comumente veem em imagens ilustrativas e coloridas nos livros didáticos, na internet e em vídeos animados, uma vez que essa molécula é microscópica e para tanto seria necessário utilizar outros equipamentos e tecnologias como a

microscopia eletrônica. E, além do ácido desoxirribonucleico, os fios brancos concentram o ácido ribonucleico (RNA), as proteínas histônicas e não histônicas, as quais são componentes essenciais no processo de compactação do material genético no interior do núcleo (Gonçalves & Yamaguchi, 2023; Gonçalves, 2024).

Na superfície da fase alcóolica, foi possível observar a concentração da pectina que é um carboidrato complexo com aspecto gelatinoso e grande quantidade de bolhas de ar, de modo que, muitas vezes, acaba sendo confundida com o DNA. A função desse carboidrato está relacionada a fornecer resistência a parede celular, que é uma estrutura que envolve, dar forma e suporte estrutural a célula vegetal. De forma semelhante, Gonçalves (2022), em seu estudo sobre extração caseira de DNA de kiwi (*Actinidia deliciosa*), destaca a importância do docente esclarecer para os discentes, acerca das diferenças entre o DNA e a pectina, pois apesar de visualmente serem parecidas, a localização e algumas de suas características devem ser consideradas para distinguir esses componentes.

Outro ponto a considerar foi a desmistificação de que, para desenvolver uma atividade investigativa prática e experimental, precisa-se de um espaço exclusivo como um Laboratório de Ciências, pois a escola em que essa atividade foi executada não possui esse tipo de estrutura. E essa é a realidade não apenas dessa instituição, mas de boa parte das escolas da Educação Básica pertencentes à rede pública brasileira, o que de fato acaba dificultando e também impossibilitando alguns tipos de práticas. Porém, nesse caso, foi possível reverter essa situação por meio da adaptação e da utilização de materiais alternativos e acessíveis necessários para a etapa experimental. Esses resultados podem ser corroborados com os encontrados no estudo de Belcavello & Barbosa (2022), no qual foi destacado também que não precisa-se, necessariamente, de um espaço e material de laboratório para desenvolver atividades práticas investigativas, já que o principal a ser abordado é a contextualização dos conceitos científicos para que os estudantes associem ao seu cotidiano.

Por conseguinte, ficou evidente que a abordagem investigativa por meio de atividade prática experimental, contribuiu de forma efetiva no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, uma vez que permitiu uma maior proximidade e interação entre eles, assim como com o professor. Desse modo, aumentaram as possibilidades de construção do conhecimento, discussões e participações individuais e em equipe. Com isso, os discentes puderam relacionar as definições teóricas da Genética com a parte prática de extração do DNA, finalmente entendendo que essa molécula também está presente nos vegetais. Além disso, promoveu o desenvolvimento de outras habilidades como a produção de relatório em equipe, enriquecendo

o aprendizado e promovendo uma maior interação e partilha entre os conhecimentos construídos por cada discente (Santos *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2023).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a execução dessa Sequência de Ensino Investigativa (SEI), foi possível criar condições para que os discentes, dos Anos Finais do Ensino Fundamental, desenvolvessem o pensamento investigativo e, conseqüentemente, a capacidade de questionar, bem como de levantar hipóteses e buscar respostas, por meio da experimentação.

Sendo assim, a condução da atividade foi positiva e construtiva, pois os discentes mostraram-se participativos, cooperativos e assíduos ao longo de todo o processo. Ademais, os resultados obtidos evidenciaram que eles compreenderam a definição de DNA, a sua importância e composição, principalmente, nos seres vegetais. Com isso, destaca a importância e a eficácia da realização de atividades investigativas na sala de aula, pois mesmo sem Laboratório de Ciências ou de outro espaço com finalidade semelhante, é possível fazer ciência e estimular o pensamento científico.

Logo, essa atividade possibilitou tanto a experimentação, que com as devidas orientações eles próprios puderam executar, quanto a investigação, pois puderam elaborar hipóteses e desenvolver respostas coerentes, a partir da questão-problema inicialmente suscitada.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; MORGAN, D.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; HUNT, T. **Biologia Molecular da Célula**. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- ASSUNÇÃO, T. V.; SILVA, A. P. T. B. Dos PCNEM à nova BNCC para o ensino de ciências: um diálogo sob a ótica da alfabetização científica. **Educação, Ciência e Cultura**, v. 25, n. 1, p. 235-251, 2020.
- BARBOSA, D. F. S.; MONTEIRO, J. M. C.; MALHEIRO, J. M. S.; ARAÚJO, M. S. Ensino por Investigação em Ciências: Concepção e Prática na Educação não formal. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 4, n. 1, p. 25-41, 2021.
- BELCAVELLO, D. A. B.; BARBOSA, M. A. P. A extração de DNA no ensino de ciências e biologia: desenvolvendo a temática por meio da sequência de ensino investigativo. **Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino**, v. 1, n. 14, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base. Brasília: MEC, 2018.

- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino Investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.
- COLA, M. O.; SOUZA, A. E. M. Diferentes abordagens metodológicas no ensino de genética para a educação básica. **Unifunec Científica Multidisciplinar**, v. 9, n. 11, p. 1-20, 2020.
- COSTA, T. P. A.; NOGUEIRA, C. S. M.; CRUZ, A. F. As atividades práticas no ensino de ciências: limites e possibilidades sobre o uso desse recurso didático no processo de ensino-aprendizagem. **Revista Macambira**, v.4, n.2, 2020.
- FAGUNDES, S. S.; NASCIMENTO, C. N.; BRITO, D. Q.; RIBEIRO, A. M. A prática experimental: extração de DNA aplicada ao Ensino Básico. **Physicae Organum-Revista dos Estudantes de Física da UnB**, v. 8, n. 1, p. 233-248, 2022.
- GONÇALVES, T. M. É pectina e DNA, professor (a) extração caseira de DNA de frutos tropicais para potencializar a aprendizagem de Biologia. in: percepções docentes no ensino de Ciências e Biologia. **Editora Científica Digital**, p. 7-17, 2024.
- GONÇALVES, T. M. A Genética na cozinha: uma proposta de aula experimental sobre a extração caseira de DNA da fruta de Kiwi (*Actinidia deliciosa*). **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e8011426523-e8011426523, 2022.
- GONÇALVES, T. M.; YAMAGUCHI, K. K. L. Experimentation in teaching Genetics: DNA extraction from natural products: A experimentação no ensino de Genética: extração de DNA em produtos naturais. **Concilium**, v. 23, n. 2, p. 68-77, 2023.
- KIM, Y.; LEE, Y.; LEE, H.; LIM, S. Alignment of concepts of meiosis among curriculum textbooks, classroom teaching and assessment in upper secondary school in Republic of Korea. **Journal of Baltic Science Education**, v.21, n. 2, p. 232-244, 2022.
- KINOSHITA, Y.; YAMANOI, T.; TAKEMURA, M. Extracting DNA to visualize the unity & diversity of life. **The American Biology Teacher**, v.78, n.2, p.118–126, 2016.
- LIMA, G. H.; SILVA, R. S.; ARANDAS, M. J. G.; LIMA JUNIOR, N. B.; CÂNDIDO, J. H. B.; SANTOS, K. R. P. O uso de atividades práticas no ensino de ciências em escolas públicas do município de Vitória de Santo Antão - PE. **Revista Ciência em Extensão**, v.12, n.1, p.19-27, 2016.
- MATTA, L. D. M.; SANTOS, I. R.; MENDONÇA, S. C. S.; CARVALHO, D. V. M.; SILVEIRA, A. P. M.; SILVA, R. P. Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, p. 59-73, 2020.
- MOURA, J.; DEUS, M. D. S. M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil–breve relato e reflexão. **SEMINA: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, 2013.
- NASCIMENTO, R. G.; OLIVEIRA, N. C. R.; OLIVEIRA, F. C. S.; ALMEIDA LOPES, Â. C.; COSTA FRAGA, E. Prática lúdica ‘DNA recombinante’ e sua influência na percepção e no conhecimento de estudantes sobre biotecnologia e enzimas de restrição. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 20, p. 262-282, 2020.
- PEREIRA, B. B.; CAMPOS JÚNIOR, E. O.; BONETTI, A. M. Extração de DNA por meio de uma Abordagem Experimental Investigativa. **Genética na Escola**, v. 5, n. 2, p. 20-22, 2010.

- SANTANA, S. D. L. C.; PESSANO, E. F. C.; ESCOTO, D. F.; CRUZ PEREIRA, G.; GULARTE, C. A. O.; FOLMER, V. O ensino de ciências e os laboratórios escolares no Ensino Fundamental. **VITTALLE-Revista de Ciências da Saúde**, v. 31, n. 1, p. 15-26, 2019.
- SANTOS, P. V. L.; OLIVEIRA, V. A.; LIMA, C. Y. D. C.; LIMA, C. D. S. C.; FARIAS, L. D. N. Contribuições da atividade prática para o Ensino de Ciências: extração do DNA do morango. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 2, p. 56-56, 2021.
- SASSERON, L. H. O ensino por investigação: pressupostos e práticas. In: SASSERON, L. H. Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino de ciências: a sala de aula, Lic. em ciências, módulo 7. São Paulo: USP/Univesp, 2015, p. 116-124.
- SILVA, F. R.; ARANDAS, M. J. G.; MARINHO, K. S. N.; LIMA JUNIOR, N. B., ANDRADE, M. F.; SANTOS, K. R. P. Experimentação em Ciências: verificando a relação entre a teoria e a prática no ensino de genética em uma escola pública no município de Vitória de Santo Antão-PE. **Revista Ciência em Extensão**, v. 13, n. 3, p. 160-170, 2017.
- SILVA, I. A.; SANTOS, C. B.; SILVA, W. F.; SILVA, C. B.; SILVA, H. R.; SANTOS, D. S. A importância de atividades práticas no ensino de ciências como estratégia no processo de aprendizagem. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 10, p. e342111032778-e342111032778, 2022.
- SILVA, J. S.; OLIVEIRA, N. C. R.; SOUSA, F. S.; NETO, C. Q. S.; SARAIVA, E. S.; BRITO, M. V.; SÁ, G. H.; AMORIM, L. V. Modelos didáticos de DNA no ensino de genética: experiência com estudantes do ensino médio em uma escola pública do Piauí. **Research, Society and Development**, v.10, n. 2, p. 1–9, 2021.
- SILVA, M. E. O.; MARQUES, P. R. B. O.; MARQUES, C. V. V. C. O. O enredo das aulas experimentais no ensino fundamental: concepções de professores sobre atividades práticas no ensino de ciências. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 1, p. 271-288, 2020.
- SIQUEIRA, E. C.; DOBOSZEWSKI, B. Extração de DNA de cebola (*Allium cepa*): Perspectiva das práticas científicas por meio da prática de laboratório. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 14, p. e75121444583-e75121444583, 2023.
- SOUZA, D. B.; SILVA, V. D.; ARAUJO, D. P. Aplicação de sequência didática para a extração do DNA da polpa do kiwi. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 9, n. 6, p. 10-15, 2023.
- SOUZA, P. V.; NETO, F.; PEREIRA, M. Seguindo as pegadas de Sherlock Holmes: uma proposta de atividade investigativa utilizando novas tecnologias. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**. 4. 10.5335/rbecm.v4i1.11083, 2020.