



PHYSICÆ ORGANUM

VOL. 10 — N.º 2



Editor desta edição
Ronni Geraldo Gomes Amorim

Editores chefes

**Olavo Leopoldino da Silva Filho
Marcello Ferreira**

Editor gerente

Leonardo Luiz e Castro

Editores associados

**Antonio Marques dos Santos
Fabio Luis de Oliveira Paula**

Coordenadora editorial

Letícia Maria Rodrigues Wingler

Editores juniores

**Ádria Maximino Ferreira da Silva
Amanda Ribeiro Caiana
Carine Zary Durães Froes
Eduardo Barros Alberti Rabelo
Letícia Maria Rodrigues Wingler
Maria Eduarda Barbosa de Melo
Maria Eduarda Barboza Gomes de Oliveira**

2022

Apresentação

Apresentamos este número da *Physicae Organum*, que reúne artigos produzidos no âmbito das especializações do Ciência é 10! (C10), ação do programa Ciência na Escola. Desenvolvidos sob a coordenação do Prof. Ronni Amorim, os trabalhos descrevem experiências de ensino por investigação em diferentes temas da Física e áreas afins, evidenciando a riqueza e a diversidade das práticas desenvolvidas no programa.

Corpo Editorial

Editor responsável por esta edição

Ronni Geraldo Gomes de Amorim

Editores chefes

Olavo Leopoldino da Silva Filho

Marcello Ferreira

Editor gerente

Leonardo Luiz e Castro

Editores associados

Antonio Marques dos Santos

Fabio Luis de Oliveira Paula

Coordenadora editorial

Letícia Maria Rodrigues Wingler

Editores juniores

(Editores de layout dos artigos)

Ádria Maximino Ferreira da Silva

Amanda Ribeiro Caiana

Carine Zary Durães Froes

Eduardo Barros Alberti Rabelo

Maria Eduarda Barbosa de Melo

Maria Eduarda Barboza Gomes de Oliveira

Editor de capa e composição final

Leonardo Luiz e Castro

Agradecimento

Agradecemos à Biblioteca Central da Universidade de Brasília (BCE/UnB) pelo apoio na configuração e no registro do DOI da revista, em especial à bibliotecária Luísa Chaves Café.

Sumário

1	UMA ARTICULAÇÃO ENTRE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA NO ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DA FOTOGRAFIA	1
2	SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA EM BIOLOGIA	36
3	MULHERES NA CIÊNCIA	52
4	O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CIENTÍFICO DOS ESTUDANTES COM ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO POR MEIO DA APRENDIZAGEM INVESTIGATIVA NO PARQUE ECOLÓGICO DO RIACHO FUNDO I	66
5	EXTRAÇÃO DE DNA DE MORANGO EM SALA DE AULA	82
6	O USO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS	95
7	CÉLULA INTERATIVA	103
8	ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	126
9	ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA	156



UMA ARTICULAÇÃO ENTRE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA NO ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DA FOTOGRAFIA

AN ARTICULATION BETWEEN INVESTIGATIVE ACTIVITIES AND HISTORICAL-CRITICAL PEDAGOGY IN PHYSICS TEACHING THROUGH PHOTOGRAPHY

BRUNO SOUZA LIMA¹ MICHEL CORCI BATISTA²

¹Programa de Pós-Graduação Lato Sensu Ciência é 10!, Universidade de Brasília (UNB)

²Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão (UTFPR-CM)

Resumo

Este trabalho relata a aplicação de um plano didático de ensino de física elaborado ao longo deste curso de formação. Este plano traz a fotografia como tema e objeto de estudo para o ensino de física e para orientá-lo buscou-se a articulação metodológica entre atividades investigativas como ferramenta didática de ensino e a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Buscou-se responder ao problema: Como articular atividades investigativas à PHC para promover uma prática educacional em ciências voltada à transformação da prática social dos estudantes? Para tanto foi empregada uma metodologia qualitativa do tipo descritiva, valendo-se da observação participante, diário de campo e de questionários para a coleta de dados. Para a análise da prática educacional, partiu-se do relato das aulas e dos diálogos entre professor e estudantes e entre os estudantes. Os resultados indicam que a referida articulação metodológica de ensino para os estudos de conteúdos da física articulados a práticas sociais correlatas a fotografia, contribuiu para a apropriação de conhecimentos científicos, para o desenvolvimento de uma visão de ciências que a considera como construto sócio-histórico e em relação aos aspectos econômicos e políticos, para guiar o processo de desenvolvimento de habilidades correlatas a alfabetização científica e para que os estudantes se aproximassem de uma apreensão catártica do real.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Pedagogia Histórico-Crítica. Fotografia.

Abstract

This paper reports on the application of a physics teaching plan developed throughout this training course. This plan presents photography as the theme and object of study for physics teaching and, to guide it, we sought to establish a methodological articulation between investigative activities as a teaching tool and Historical-Critical Pedagogy (HCP). We sought to answer the following question: How can investigative activities be articulated with the HCP to promote an educational practice in science aimed at transforming students' social practices? To this end, we employed a qualitative descriptive methodology, using participant observation, field diaries and questionnaires for data collection. The analysis of the educational practice was based on class reports and dialogues between teachers and students and among students. The results indicate that the aforementioned teaching methodological articulation for the study of physics content linked to social practices related to photography contributed to the appropriation of scientific knowledge, to the development of a vision of science that considers it as a socio-historical construct and in relation to economic and political aspects, to guide the process of developing skills related to scientific literacy and for students to approach a cathartic apprehension of reality.

Keywords: *Investigative activities. Historical-Critical Pedagogy. Photography.*

I. INTRODUÇÃO

A princípio ressalta-se que esta pesquisa se insere no contexto de formação de professores no curso de especialização Ciência é 10! (C10) ofertado pela Universidade de Brasília (UnB). O principal objetivo deste curso foi proporcionar a apropriação do Ensino por Investigação (EI) como ferramenta didática para compor a prática educacional de professores que atuam no ensino de ciências na educação básica.

À vista do disposto, este trabalho relata a aplicação de um plano didático de ensino de física elaborado ao longo deste curso de formação. Este plano traz a fotografia como tema e objeto de estudo para o ensino de física e para orientá-lo buscou-se a articulação metodológica do EI e a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC).

Assim, orientou-se pelo seguinte problema de pesquisa: Como articular atividades investigativas à PHC para promover uma prática educacional em ciências voltada à transformação da prática social dos estudantes?

Reconhecendo-se a necessidade de uma prática educacional em ciências que contribua para a apropriação dos conhecimentos historicamente construídos para o desvendar da realidade social em sua totalidade e contradições. O empenho dedicado a este trabalho assume o compromisso com a socialização dos conhecimentos científicos, buscando contribuir com o combate às desigualdades educacionais que contribuem para intensificar relações de dominação na sociedade.

Em primeiro lugar, a escolha da PHC como fundamento metodológico de ensino justifica-se pela visão de mundo e de atividade escolar veiculadas pelos teóricos dessa concepção educacional. Compreende-se que a escola e as atividades realizadas nela compõem a realidade social e, portanto, são dinamizadas pelos conflitos e interesses de classe (Savini, 1999).

Deste modo, compreende-se que o principal objetivo da atividade escolar é proporcionar a apropriação dos conhecimentos historicamente construídos para que os estudantes possam

alcançar uma compreensão da realidade que fazem parte em sua totalidade sintética. Então, possibilitar que os estudantes pertencentes às classes populares, engendrados nas relações de dominação da sociedade atual, atuem para transformação da prática social que estão inseridos (Saviani, 1999; Gasparin, 2005; Santos, 2012).

Para tanto, Saviani (1999) em *Escola e Democracia* propõe uma metodologia educacional que articula dialeticamente cinco passos que inicia na **prática Social**, passa pela **problematização** e **instrumentalização**, para alcançar a catarse, momento em que o estudante passa a ver a realidade sinteticamente, e retorna à **prática Social**, buscando sua transformação.

Para orientar a fundamentação da metodologia do plano didático, recorreu-se a Gasparin (2005) que traz um tratamento detalhado e prático destes cinco passos da PHC e à Santos (2012) que articula os fundamentos filosóficos e ontológicos e o método da PHC ao ensino de ciências (EC).

O ensino por investigação foi articulado à PHC como mediador do processo de apropriação dos conhecimentos científicos, que inclui conceitos, princípios, leis e habilidade voltadas às ciências da natureza (Santos, 2012). Neste sentido, foram elaboradas atividades investigativas que se inserem nos momentos de Problematização e Instrumentalização, de modo a contribuir para guiar as ações didáticas docente e discente em torno da apropriação dos conteúdos e do desenvolvimento de habilidades.

Os **indicadores da Alfabetização Científica** e os **eixos estruturantes da Alfabetização Científica** (Sasseron; Machado, 2017) fundamentaram a elaboração e a aplicação das atividades investigativas, assim como a análise delas. Os eixos estruturantes da Alfabetização Científica foram articulados à concepção externalista de desenvolvimento da ciência trazida por Santos (2012) para fundamentar a visão sobre ciência veiculada na prática educacional.

Assim, o plano de ensino objetivou a apropriação de conhecimentos da óptica e correlatos ao desenvolvimento da fotografia, entendendo-o como parte de um movimento histórico de desenvolvimento científico e tecnológico.

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a articulação entre o EI e a PHC para a promoção da transformação da prática social dos estudantes. Para tanto, orientou-se pelos objetivos específicos: relatar a prática educacional; identificar relações entre os indicadores da alfabetização científica, o desenvolvimento de habilidades da alfabetização científica e a apropriação dos conteúdos; e analisar a prática educacional de modo a identificar se houve dialeticidade entre os momentos da PHC.

Para alcançar os objetivos empregou-se uma metodologia qualitativa do tipo descritiva, valendo-se da observação participante, diário de campo e de questionários para a coleta de dados. Foi empregada uma análise do objeto de pesquisa: a prática educacional, a partir do relato das aulas e dos diálogos entre os sujeitos de pesquisa: professor e estudantes.

A fundamentação teórica deste trabalho apresenta uma articulação teórica da PHC e as atividades investigativas. Na metodologia de ensino é explicitado o plano de ensino, seus objetivos e a articulação destes com os fundamentos teóricos. A metodologia apresenta o caminho adotado para investigação realizada nesta pesquisa buscando evidenciar a articulação entre os objetivos de pesquisa e os fundamentos teóricos metodológicos. O relato de experiência traz uma descrição da prática educacional. A análise está dividida em duas seções: “Ações coletivas e mediações para aprendizagem”, esta consiste em uma categoria de análise do processo de ensino aprendizagem a partir dos dados referentes ao primeiro

encontro, e “Análise e ponderação crítica quanto à metodologia e prática educacional”, em que foram feitas ponderações sobre o planejamento e prática educacional. O trabalho é concluído com a apresentação dos principais resultados e possibilidades de alterações do plano didático visando sua maior efetividade.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O ensino por investigação como estratégia de ensino foi incorporado à metodologia fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) para instrumentalização dos estudantes quanto à apropriação de conhecimentos científicos e de habilidades típicas do fazer científico sem perder de vista a necessidade de instigar e desenvolver o compromisso social, político e econômico frente às contradições da sociedade capitalista das quais a escola está vinculada.

Segundo Saviani (1999) em *Escola e democracia*, o movimento Escola Nova buscou aproximar o ensino do processo de pesquisa científica, transformando o ensino em um projeto de pesquisa. Quanto a este aspecto, Saviani (1999) volta sua crítica ao fato de a pesquisa ser uma incursão no desconhecido e que este só pode ser desvendado em confronto com o conhecido. Se há domínio do conhecido, desvendar o desconhecido é inviabilizado. Não se trata aqui do conhecido em termos do indivíduo, mas do conhecido em termos sociais, portanto o conhecido são aqueles conhecimentos já incorporados ao arcabouço cultural humano. Assim, uma pesquisa científica se justifica ao investigar o desconhecido socialmente (Saviani, 1999, p. 58).

Além disso, Saviani (1999) defende que as ideias da Escola Nova foram agregadas ao interesse da classe dominante, o que levou a ampliação de desigualdades educacionais, sendo um dos principais pontos a relativização da importância dos conteúdos, do conhecer, da transmissão dos conhecimentos historicamente construídos.

O trabalho de Andrade (2011) corrobora com o referido anteriormente. Neste é apontado que o ensino por investigação se fundamenta nas ideias de Dewey desenvolvidas no início do século XX. Essas, foram incorporadas por reformas curriculares nos EUA e no Brasil na década de 1950 e 1960, situadas em contexto de pós-guerra e da guerra fria. Estas reformas tiveram interesses voltados à formação de cientistas para promoção do desenvolvimento industrial, que inclusive, no Brasil, foram financiadas pelo setor industrial estadunidense. Na física, o projeto Physics Science Study Committee (PSSC) foi precursor e colocou como objetivo um ensino a partir de investigações de modo a levar os estudantes a “pensarem como cientistas” ao aplicarem “o método científico” em atividades experimentais. Estes projetos veiculavam uma concepção de que a ciência é neutra, descolada de contextos sociais, políticos e econômicos, o foco das atividades se voltavam para um estudo empírico com primazia no desenvolvimento de habilidades técnicas-científicas.

Andrade (2011) finaliza o trabalho evidenciando que a difusão do ensino por investigação toma novos aspectos a partir do final da década de 1980. Tais características são apresentadas, a seguir, a partir do trabalho de Strieder e Watanabe (2018). Neste trabalho de revisão bibliográfica as autoras caracterizam “aspectos formativos e visões de ciências presentes em produções centradas em atividades investigativas e publicadas em periódicos da área de ensino de ciências do Brasil e Espanha” (Strieder; Watanabe, 2018, p. 826).

Quanto aos aspectos formativos do ensino por investigação são apontadas três perspec-

tivas: “(i) aprender ciências e/ou sobre ciências; (ii) desenvolver atitudes científicas; (iii) compreender e participar do mundo contemporâneo” (Strieder; Watanabe, 2018, p. 831), que, respectivamente, estão focadas na aprendizagem de conceitos, modelos ou aspectos da construção destes; em desenvolver habilidades de investigação; e em situações-problemas reais que envolvem questões econômicas, políticas e ambientais.

Além disso, a análise apresentada por Strieder e Watanabe expõe três ênfases relacionadas a visão de ciências abordadas nas atividades de investigação: “ (i) há ações que caracterizam a atividade científica; (ii) a ciência é influenciada pelo contexto; (iii) o conhecimento científico é relevante, mas insuficiente para compreender e resolver todos os problemas da humanidade.” (Strieder; Watanabe, 2018, p. 335).

Quanto à primeira, é expressa uma estrutura da articulação de todos os trabalhos:

(...) identificação/reconhecimento do problema, elaboração de hipóteses, planejamento e realização de investigações para comprovar as hipóteses, análise dos resultados e elaboração de explicações com base em conhecimentos científicos, elaboração de conclusões e socialização dos resultados (Strieder; Watanabe, 2018, p. 336).

A segunda visão é geralmente associada ao reconhecimento da ciência como atividade humana, que seus conhecimentos não são imutáveis e dependem de demandas sociais. Em relação à terceira visão, as autoras destacam que geralmente ela está associada a atividades que abordam questões políticas, econômicas e culturais.

Para a revisão de trabalhos fundamentados na PHC tomou-se como referência o trabalho de Massi, Souza, Sgarbosa e Colturato (2019) que analisou 78 trabalhos publicados no período de 1992 a 2018. Neste foram selecionados todos os trabalhos que relacionavam o EC com a PHC publicados em 31 revistas nacionais voltados ao EC e Educação Ambiental (EA), dissertações e teses a partir da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e do Centro de Documentação de Ensino de Ciências (CEDOC), trabalhos apresentados no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), além de livros e capítulos de livros.

Além de identificar e descrever os trabalhos, Massi et al. (2019) realizam uma análise materialista dialética a partir de cinco categorias para desvelar os determinantes da apropriação da PHC por parte do campo de pesquisa em ensino de ciências. Ressalta-se que nesta análise são mobilizados diversos trabalhos, além dos de Saviani, que contribuem para a fundamentação em termos dos princípios filosóficos, teóricos e da prática educacional da PHC, além de referenciais voltados à metodologia de pesquisa para trabalhos que se fundamentam nesta pedagogia. Portanto, ressalta-se a importância do levantamento bibliográfico e análise trazidas por Massi et al. (2019) como fundamento e para direcionar a fundamentação teórica, em termos da PHC, deste artigo.

Em Escola e Democracia, Saviani (1999) demonstra uma preocupação com os fins da educação, que a atividade escolar vise os anseios da classe popular e não seja incorporada aos interesses da classe dominante. Para ele, a escola deve ter como objetivo a transformação social, que tem como fundamental a apropriação das ferramentas necessárias à superação da dominação da classe burguesa sobre o proletariado. Neste sentido, a aprendizagem dos conhecimentos historicamente acumulados deve ser priorizada, para que ocorra a

transformação da visão acerca da prática social e para orientar a prática transformadora, como destacado no trecho a seguir:

Se os membros das camadas populares não dominam os conteúdos culturais, eles não podem fazer valer os seus interesses, porque ficam desarmados contra os dominantes, que servem exatamente dos conteúdos culturais para legitimar e consolidar a sua dominação. (...) Então, dominar o que os dominantes dominam é condição de libertação (Saviani, 1999, p. 66).

A vista do disposto anteriormente, Saviani propõe a incorporação de cinco passos no processo pedagógico: prática social inicial; problematização; instrumentalização; catarse; e prática social final. O autor afirma que os mesmos não devem ser encarados como sequências, mas que em relação dialética conduzem a transformação da prática social (Saviani, 1999). Destaca-se que a proposta pedagógica de Saviani se constitui a partir da superação da pedagogia tradicional e da Escola Nova.

Para apropriação do método Saviani recorreu-se a Gasparin (2005), que em *Uma didática para a Pedagogia Histórico-Crítica* trata de forma articulada e detalhada cada passo e traz uma proposta de implementação da PHC. Quanto ao ensino de ciências sob perspectiva da PHC mobilizou-se o trabalho de Santos (2012), que traz importantes contribuições sobre os fundamentos marxistas da metodologia e defende uma articulação do método com a concepção externalista de ciências.

A perspectiva externalista do desenvolvimento da ciência a compreende para além do empenho intelectual dos agentes que a constroem e suas relações com a realidade econômica e social assumem posição importante, contrapondo-se a visão “internalista” em que o desenvolvimento da ciência é visto apenas como empreendimento intelectual descolado do movimento histórico da sociedade e seus determinantes. Além disso, a perspectiva histórica de ciência “internalista” articula linearmente trabalhos isolados evidenciando genialidades individuais para progressão histórica (Santos, 2012).

I. Fundamentação teórico-metodológica de ensino

A prática social é ponto de partida e chegada no método da Pedagogia Histórico-Crítica. Professor e estudantes são entendidos como agentes sociais que se situam nela, em posições diferentes. O primeiro, por sua função de planejar previamente o processo que conduz a aprendizagem possui uma visão mais organizada, sintética da realidade, da prática social. Este é capaz de mobilizar os conhecimentos científicos para visualizar a realidade em uma totalidade de contradições e projetá-la para guiar o processo de ensino-aprendizagem. O estudante, a princípio, possui uma visão caótica do todo, da prática social, construída a partir de suas experiências empíricas, fundadas no senso comum. Por isso, toma-se como perspectiva que ao fim do processo dialógico de ensino professor e estudantes encontrem-se na mesma posição em relação à percepção do mundo, que ambos possam ver a realidade em sua totalidade sintética (Saviani, 1999).

Para tanto, é necessário que o conhecimento científico, este entendido como produto social e historicamente construído, seja o mediador da relação professor e educando no processo de desvendar a estrutura do real, de perceber a prática social em sua totalidade

sintética. Neste sentido, é fundamental que as práticas imediatas e mediatas dos estudantes em relação ao tema de estudo emergjam no momento inicial do processo, a **prática social inicial**. Estas, são veiculadas quando os estudantes expressam suas vivências cotidianas, conceitos prévios sobre temas e em suas “pré-ocupações”. E são elas que irão tornar o conteúdo significativo para o estudante, de modo que ele possa apropriá-los, torná-los próprios (Gasparin, 2005).

Na **problematização** o cotidiano deve ser superado e tomar dimensão de prática social, “das necessidades humanas coletivas, os processos e as práticas que interessam a todos na qualidade de humanos, não pura e simples como indivíduos” (Santos, 2012, p. 60).

A problematização conecta a prática social inicial à instrumentalização. Primeiro, pois é a partir da prática social que são definidos os problemas, ou que são significados os que foram previamente estabelecidos. Segundo, se problemas existem é porque há necessidade de instrumentalização para compreender o real. Destaca-se que na problematização é feita uma cisão do todo para que este seja compreendido em suas partes e relações de modo a “descobrir a estrutura significativa da realidade com que se defronta, numa situação dada” (Santos, 2012, p. 30). Em tal cisão, a mediação pela teoria, pelo conhecimento social e historicamente construído, já está estabelecida. Pois, a teoria é indispensável ao reconhecimento da composição do todo por partes e é tida como pressuposto para encontrar as respostas que os problemas suscitam, para estabelecer as relações entre as partes e destas com o todo.

Na perspectiva de Sasseron e Machado (2017) a problematização e, em consequência, a investigação ocupam posições importantes.

(...) problematizar consiste em abordar questões reconhecidamente conflitantes da e do meio do estudante; investiga, para entender melhor a situação e desencadear uma análise crítica para que ele perceba a necessidade de mudanças (Sasseron; Machado, 2017, p.27).

Neste sentido, Santos (2012, p. 55) destaca que “o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas é tarefa da educação, dos longos anos de preparação nos bancos escolares”. Entretanto, é importante explicitar que a atividade escolar de investigação se difere da prática científica. Segundo o mesmo autor os cientistas se ocupam com problemas que não possuem solução no corpo do conhecimento científico, já os estudantes, voltam-se a problemas da prática social que possuem solução a partir das produções históricas científicas. Ressalta-se que “em ambos o conhecimento disponível é a condição para avançar” e que “O cientista só produz conhecimentos porque foi ‘instrumentalizado’ pelos saberes clássicos e no uso do método científico, também ele um saber científico” (Santos, 2012, p. 45).

A vista do disposto, fica evidenciado a importância da instrumentalização. É neste momento que os estudantes irão se apropriar das ferramentas necessárias à solução dos problemas suscitados na etapa anterior. Neste, os estudantes tomam para si os conhecimentos científicos, as ações de investigação propiciam a apropriação de aspectos da metodologia científica (Gasparin, 2005). Este passo é fundamental para desvendar a prática social e visualizar a ciência como tal, para percebê-la em contexto e em relação com outras esferas da sociedade (Santos, 2012).

Neste sentido, Sasseron e Machado (2017) orientam a utilização dos Eixos estruturantes

da Alfabetização Científica para o planejamento das aulas de ciências. São eles: 1) “compreensão de termos, conceitos e conhecimentos científicos; 2) compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; 3) entendimento das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente”.

Para este trabalho, os Eixos estruturantes da Alfabetização Científica foram interpretados e articulados com os pressupostos da concepção externalista das ciências (Santos, 2012). Em relação ao primeiro, considera-se que sua importância está em reconhecer que os conhecimentos específicos da ciência, e da física no caso deste trabalho, são “chaves”, irrenunciáveis, para a interpretação de aspectos da realidade. Quanto ao segundo, é tomado para evidenciar que o conhecimento científico seja compreendido como produto humano e em contexto social, portanto, político, econômico e histórico. Por fim, o último, reconhece-se sua importância por entender que a Ciência não pode ser entendida, de forma crítica, fora das suas relações com a Tecnologia, Sociedade e Ambiente, portanto se faz necessário entender as interrelações entre essas esferas para melhor compreender a construção do conhecimento científico e os efeitos de sua produção.

Os indicadores da Alfabetização Científica (Sasseron; Machado, 2017) são concebidos como orientadores das ações do professor e dos estudantes, mediadas pela investigação, no estudo do objeto de conhecimento. Estes estão intrinsecamente relacionados com o fazer científico. Os indicadores da alfabetização científica são: seriação de informações; organização de informações; classificação de informações; raciocínio lógico; raciocínio proporcional; levantamento de hipóteses; teste de hipóteses; justificativa; previsão e explicação (Sasseron; Machado, 2017). Neste trabalho, entende-se que a importância dos indicadores é dada por constituírem-se ações de apropriação de aspectos metodológicos da ciência, estes constituem-se meio de apropriação do conhecimento científico e, portanto, para apreensão da prática social.

Os fundamentos anteriormente articulados direcionam o planejamento de ensino para munir os estudantes do arcabouço necessário para que se alcance a catarse. Este momento refere-se a um estado a ser alcançado pelos estudantes.

Na catarse se chega à visão catártica, sintética, organizada da prática social, da totalidade contraditória, da estrutura do todo, contrariamente à visão caótica, sincrética que se tinha da prática social no início do processo pedagógico. O real é percebido em sua estrutura e em sua dialeticidade, em seu movimento.

Ao alcançar esta percepção do mundo, as situações, os fenômenos, as particularidades são entendidas em relação às suas determinações, em relação ao todo. O indivíduo que vê a realidade sob tal perspectiva também se vê nela, se percebe sujeito-objeto, determinado e determinante frente ao mundo.

Por isso, ao alcançar a catarse, os estudantes se percebem agentes, capazes de interferir, de provocar mudanças com base nos conhecimentos que se apropriaram. Assim, percebem a importância das ferramentas que se apropriaram na instrumentalização, visualizando-as em contexto, em relação à totalidade, por isso devem ser provocados a projetar, planejar ações para transformar a realidade. Por isso, o percurso que permite a catarse pode ser entendido como o movimento que parte do abstrato ao concreto (Saviani, 1999; Gasparin, 2005; Santos, 2012).

Para que o processo de ensino-aprendizagem fundamentado na PHC alcance a transfor-

mação social, a teoria deve se materializar na ação, na intervenção sobre prática social. A **prática social final**, portanto, ocorre após partir do empírico, do todo caótico, problematizá-lo, munir-se de ferramentas que permitam encontrar respostas aos problemas que o mundo impõe, percebê-lo de forma sintética, intencionar uma ação para transformá-lo com base nos conhecimentos científicos, assim, o estudante atuando sobre a realidade a transforma (Saviani, 1999; Gasparin, 2005).

III. METODOLOGIA DE ENSINO

De modo geral, objetivou-se com o processo de ensino aprendizagem, guiando-se pelos pressupostos da PHC (Saviani, 1999), captar o movimento dialético estabelecido pelas relações entre ciência, tecnologia e técnica (Bunge, 1980).

Por entender que tais relações não podem ser desvinculadas do contexto social em que ocorrem, buscou-se evidenciar determinantes da esfera econômica e política historicamente situados. Tal objetivo mantém intrínseca relação com objeto de estudo: a fotografia e com o contexto educacional e a prática social dos estudantes.

Neste sentido, sem perder de vista todo o disposto anteriormente, recorreu-se ao desenvolvimento histórico da fotografia e das técnicas fotográficas dialeticamente com a prática social dos estudantes fundamentando-se em Eder (1945), Dubois (1993), Frizot (1998), Kossoy (2001; 2002) e Sontag (2004).

A apropriação de conhecimentos da óptica e habilidades de investigação (Sasseron; Machado, 2017) constituem ferramentas para captar tais movimentos, tomando como suporte bibliográfico conceitual de física: GREF (2015), Hecht (2002) e Souza, Neves e Muramatsu (2007).

Com a pretensão de estabelecer relações entre essas ferramentas com a prática social dos estudantes e o objeto de estudo, busca-se contribuir para a formação de uma concepção de ciências que desmistifica o pressuposto positivista que a atividade científica é e deve ser desvinculada de aspectos sociais e da subjetividade de quem está envolvido com sua construção.

Por fim, os estudantes serão motivados a pensar uma ação com base nos conhecimentos e experiências escolares proporcionadas pelo processo pedagógico, a serem executadas por eles, que intencionasse mudanças sociais.

O quadro 1, na página seguinte, apresenta uma esquematização da instrumentalização a ser empregada no decorrer da aplicação do plano didático. Nele são apresentados os objetivos, conteúdos, dimensões, ações e recursos para cada encontro.

Tabela 1: Instrumentalização

Encontro	Objetivos	Conteúdos	Dimensões	Ações	Recursos
1º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> Evidenciar experiências e conhecimentos dos estudantes para identificação da prática social inicial; Proporcionar a apropriação de conteúdos da óptica; Desenvolver habilidades correlatas à alfabetização científica; Introduzir a percepção sobre as diferenças e relações entre ciência, tecnologia e técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> Princípio da propagação retilínea; Conceito de imagem e objeto; Interação da luz com lentes; Formação de imagens em câmaras escuras. 	<ul style="list-style-type: none"> Conceitual científica; Conceitual tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação do professor e da pesquisa aos estudantes; Apresentação do objeto de estudo e da metodologia de ensino-aprendizagem; Discussão inicial para evidenciar práticas sociais iniciais; Realização da atividade experimental com a câmara escura e com a câmara clara; Diálogo de instrumentalização teórica dos conteúdos de óptica. 	<ul style="list-style-type: none"> Experimentação com uma câmara escura e uma câmara clara; Projeto e slides.
2º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> Objetivo geral: Desenvolver uma visão crítica de ciência, tecnologia e suas relações na sociedade. Evidenciar aspectos científicos, tecnológicos e técnicos da fotografia e suas relações; Discutir sobre o aspecto subjetivo da ação de agentes sociais no ato de fotografar; Problematizar o papel da subjetividade e objetividade na atividade científica. 	<ul style="list-style-type: none"> Fotossensibilidade; Formação de imagem em câmaras escuras; Conceitos de ciência básica, ciência aplicada e técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> Conceitual científica e técnica; Conceitual CTS. 	<ul style="list-style-type: none"> Breve contextualização histórica quanto ao emprego da câmara escura; Atividade experimental de registro de imagens em papel fotográfico; Revelação das fotografias; Diálogo guiado por um texto; Retomada à prática social. 	<ul style="list-style-type: none"> Câmaras escuras; Materiais para registro e revelação de fotografias; Texto sobre escolhas no ato de fotografar.
3º Encontro	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver uma concepção da natureza da ciência evidenciando determinações históricas, econômicas e políticas do desenvolvimento das tecnologias e técnicas fotográficas e dos conhecimentos científicos correlatos a estas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ciência e tecnologia em contexto histórico, econômico e político. 	<ul style="list-style-type: none"> Econômica, política e social; Histórico, científico e social; Tecnológica, científica e social. 	<ul style="list-style-type: none"> Exposição dialogada quanto a aspectos históricos, econômicos e políticos do desenvolvimento da fotografia; Retomada à prática social. 	<ul style="list-style-type: none"> Projeto e slides.

Fonte: próprio autor

Guiando-se pelos pressupostos teóricos educacionais que fundamentam esta prática escolar e pelos objetivos de aprendizagem, os problemas apresentados no Quadro 1 foram elaborados para a problematização dos conteúdos a serem tratados na aula 1.

Tabela 2: *Problemas de investigação aula 1*

No.	Conteúdos	Dimensão	Enunciado
1	Princípio da propagação retilínea (PPR); Imagem e objeto (IO); Formação de imagem (FI)	Conceitual científica	Quais as características da imagem formada na câmara escura?
2	PPR; OI; FI	Conceitual científica	Como a imagem é formada na câmara escura?
3	PPR; OI; FI	Conceitual científica	Por que a imagem formada na câmara escura é invertida?
4	PPR; OI; FI	Conceitual científica	Como podemos descrever o trajeto da luz para que a imagem seja formada na câmara escura? Faça um desenho para ilustrar sua descrição.
5	PPR; OI; FI; Interação da luz com lentes	Conceitual científica e tecnológica	Do que depende a nitidez e o brilho da imagem formada na câmara escura?
6	Relação entre CT	Conceitual científica e tecnológica	Como a tecnologia utilizada pode interferir na imagem formada?
7	Relação entre CT	Conceitual científica e tecnológica	Em relação a fotografia, como a tecnologia influencia na imagem obtida?

Fonte: próprio autor

Quanto aos problemas de dimensão conceitual, busca-se a apropriação de conteúdos da física e das relações CTS. Para tanto, a ferramenta metodológica adotada foi o ensino por investigação, esta propicia o desenvolvimento de habilidades típicas do fazer científico, que se propõem à transformação do olhar do estudante e da capacidade de tomada de decisão frente à realidade. Nesse sentido, os indicadores da alfabetização científica também foram mobilizados para a formulação dos problemas que, entre seus objetivos, se propõem a conduzir e, portanto, investigar os processos que propiciam a alfabetização científica (Sasseron, 2008).

No levantamento da prática social inicial, ressalta-se a necessidade de provocar os estudantes para que manifestem suas experiências, conhecimentos sobre o conteúdo, necessidades e interesses e que surjam novas questões (Gasparin, 2005).

Para tanto, no primeiro contato com os estudantes o professor deve apresentar os conteúdos a serem trabalhados e o tema a ser abordado. Em seguida, guiado pelos problemas: “O que é fotografia?”; “A fotografia faz parte do seu cotidiano?”; e “Como a fotografia e sociedade se relacionam?” um diálogo será estabelecido para a identificação da prática social dos estudantes. Neste momento, o foco está na percepção do estudante, então, o professor deve atuar como mediador, fazendo novas perguntas e evidenciando as falas de indivíduos para o restante da turma de modo a motivar o debate ou a exposição de outros pontos de vista (Gasparin, 2005).

Dado a formulação prévia dos problemas explicitados no Quadro 1, o diálogo com os estudantes neste primeiro encontro é fundamental para orientar a prática educativa para os próximos encontros.

As questões de dimensão conceitual do primeiro encontro, apresentadas no Quadro 2, objetivam conduzir a investigação para apropriação dos conhecimentos científicos necessários à análise do experimento e introduzir a discussão sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e assim conduzir ao alcance dos objetivos centrais do plano.

Os indicadores de alfabetização científica que guiaram a elaboração destes problemas para conduzir a apropriação dos conhecimentos e habilidades foram: elaboração de hipóteses, organização de informações, teste de hipóteses, previsão, explicação e raciocínio proporcional.

Para este encontro coloca-se como fundamental a apreensão dos seguintes conteúdos: conceito de imagem e objeto, princípio da propagação retilínea e formação de imagem. As questões de 1 a 5 foram planejadas para conduzir à apropriação destes conhecimentos.

A resolução dos problemas são mediadas pelos conteúdos de aprendizagem, pela ação docente e discente coletivamente, levando-se em conta os pressupostos teóricos da perspectiva histórico-cultural de Vigotski apresentados por Gaspari (2005). Além disso, um experimento utilizando uma câmara escura e uma câmara clara contribuirá, associado a pressupostos do ensino por investigação (Sasseron; Machado, 2017), para a mediação do conteúdo e das ações e interações estabelecidas no processo de instrumentalização.

Serão utilizadas duas montagens experimentais para realização da atividade e resolução dos problemas. A primeira é uma câmara escura de orifício que tem aproximadamente 1 mm de diâmetro. A segunda possui uma abertura de 50 mm e nela é acoplada uma lente convergente, esta é chamada de câmara clara. Nas duas montagens as câmaras possuem duas regulagens, uma que permite afastar ou aproximar a abertura da câmara, para entrada de luz, do anteparo, em que forma a imagem e a outra permite o afastamento ou aproximação do anteparo em relação a abertura da câmara. A Figura 1 apresenta os aparatos experimentais a serem utilizados.

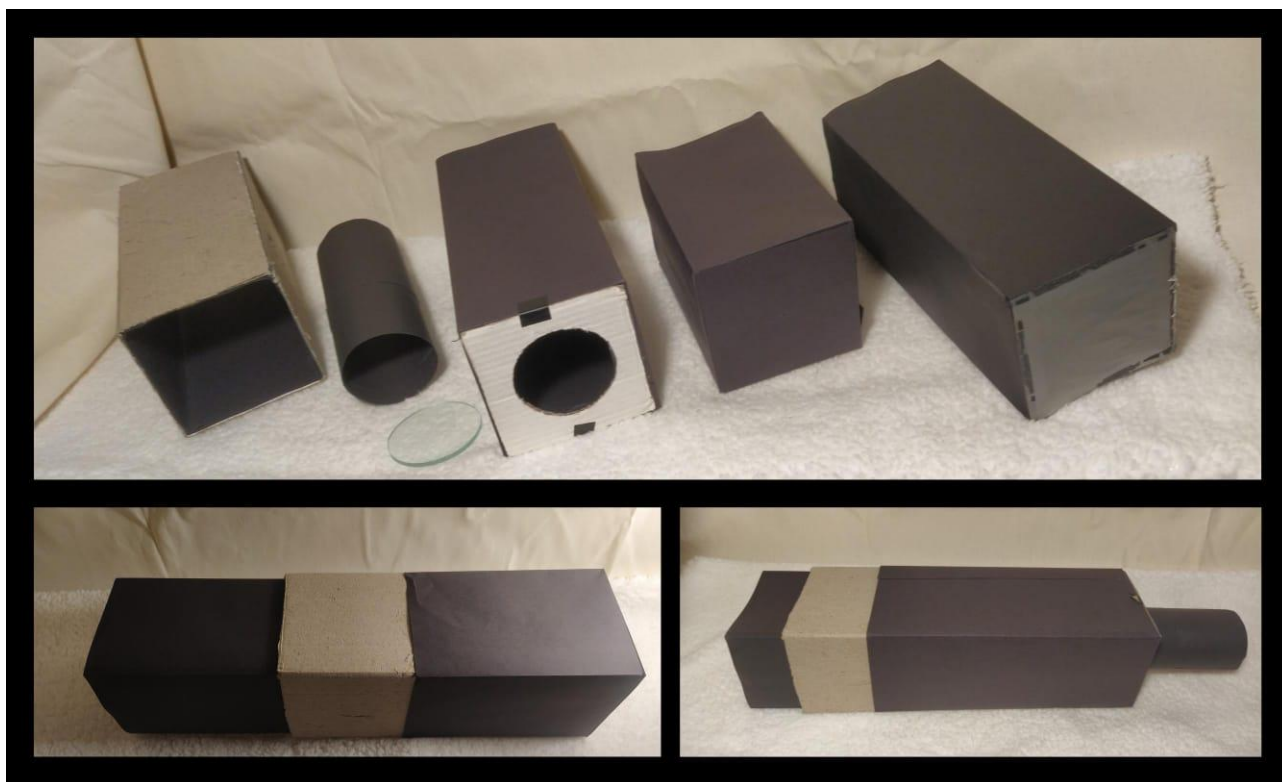
As diferentes montagens permitem observar e caracterizar diferentes qualidades da formação de imagem, como a nitidez, tamanho da imagem formada e sua inversão. Assim, pretende-se motivar a análise do fenômeno observado com base no princípio da propagação retilínea e da interação da luz com lentes convergentes.

Além do disposto, a experimentação, na qual se vale dos dois aparatos citados, permite a comparação entre duas tecnologias, a câmara escura e a câmara clara. Dessa forma, correlacionando-as com o desenvolvimento histórico dos conhecimentos da óptica, da ciência e de técnicas empregadas com estas ferramentas para diferentes fins, pretende-se discutir a relação entre conhecimento científico, técnica e tecnologia.

Quanto à possibilidade de variar a distância entre a abertura e o anteparo em que a imagem é formada dá a oportunidade de estudar relações de proporcionalidade entre as dimensões da câmara e da imagem formada.

Ressalta-se que a elaboração dos aparatos experimentais tiveram como inspiração as diferentes tecnologias de câmara escura utilizadas ao longo da história evidenciado a partir dos seguintes referenciais: Eder (1945) e Frizot (1998) e referenciais teóricos da óptica: GREF (2015) e Hecht (2002). Imagens das câmeras utilizadas por Talbot e Daguerre inspiraram a montagem experimental.

A questão 1, ao questionar sobre as características da imagem, encaminha o levantamento de informações acerca do resultado do experimento, além disso, a partir das respostas dos

Figura 1: *Câmara escura e câmara clara*

Fonte: próprio autor

estudantes pretende-se avaliar como essas informações são organizadas.

As questões 2, 3 e 4 buscam a correlação entre as informações coletadas e a teoria, ao instigar uma reflexão sobre o conceito de imagem com a possibilidade de formação de uma imagem em uma câmara escura, isto é, correlacionar a montagem experimental com o resultado obtido. Nesse sentido, espera-se que os estudantes também levem em conta informações sobre a montagem experimental, relacioná-las com as informações coletadas sobre a imagem formada e explicá-las. Além disso, essas questões conduzem a reflexão sobre a trajetória da luz ao chamar atenção para o fato de a imagem observada ser invertida, deste modo conduzem a apropriação do princípio da propagação retilínea da luz.

As questões 5, 6 e 7 direcionam o olhar do estudante para as relação entre a tecnologia fotográfica e os conhecimentos da óptica geométrica. Nesse sentido, objetiva-se introduzir uma discussão em nível conceitual da relação entre conhecimento científico e tecnologia. Para tanto, pretende-se evidenciar que a característica borrada da imagem formada, ou seja, a nitidez, e o brilho da imagem está condicionada a tecnologia empregada, portanto, às características da câmera escura, como abertura e distância da abertura ao anteparo. Portanto, espera-se que os estudantes relacionem informações sobre o aparato instrumental e seu funcionamento com as informações sobre as características da imagem formada e conceitos físicos para elaborar seus argumentos.

As aulas 2 e 3 buscam evidenciar as articulações entre conhecimento científico, tecnologia e técnica. Além disso, pretende-se explicitar a correlação entre estas dimensões e o papel dos

indivíduos como agentes sociais que tomam decisões. Tais relações serão feitas a partir do estudo do desenvolvimento das tecnologias e técnicas fotográficas e dos aspectos econômicos e políticos em que tal desenvolvimento se insere na história.

Pretende-se contribuir para o desenvolvimento de uma concepção de ciência histórica e socialmente construída, evidenciar a sua não neutralidade a partir das mútuas influências entre ciência, tecnologia, técnicas e aspectos econômicos e políticos.

Dado o objetivo de partir do empírico e proporcionar a apropriação de conhecimentos científicos para a transformação das práticas sociais, ao tratar os conhecimentos da óptica geométrica e suas relações com a fotografia, esta como motivador para desvendar a realidade social, optou-se por desenvolver uma abordagem acerca da natureza da ciência e das relações entre ciência, tecnologia e sociedade que permeiam o conteúdo abordado e a fotografia. Nesse sentido, busca-se compreender tanto a ciência como a tecnologia como produto social e histórico e, portanto, que sua construção é permeada por condicionantes políticos e econômicos.

Neste sentido, a abordagem empregada nas aulas se inspirou na visão externalista de ciências (Santos, 2012).

Em um primeiro momento, aborda-se o desenvolvimento das primeiras tecnologias fotográficas no século XIX, situando-o nas disputas industriais entre Inglaterra e França. A vista disso, aborda-se o caráter de desenvolvimento coletivo do conhecimento que sob interesses políticos pode ser deturpado. Para tanto, considera-se importante diferenciar ciência básica, da ciência aplicada e da técnica, além disso, evidenciar as relações entre elas e com questões políticas e econômicas (Bunge, 1980), de modo a proporcionar uma melhor compreensão sobre o desenvolvimento da fotografia em seu contexto e sua produção social (Frizot, 1998).

As influências políticas na história do desenvolvimento da fotografia podem ser percebidas na disputa entre Inglaterra e França pelo mérito da criação da tecnologia de registro de imagens, a fotografia.

O desenvolvimento da fotografia também foi motivado por interesses econômicos materializados na tecnologia desenvolvida pela empresa Kodak que inaugurou uma lógica industrial aplicada à fotografia que visa a obtenção de lucro. Como destacado, por um lado, o consumo crescente de máquinas fotográficas e fotografias produziu o enriquecimento de uma classe empresarial da época, por outro, influenciou o dispêndio de capital para o desenvolvimento tecnológico e científico de materiais fotossensíveis (Kossoy, 2001).

Em sequência, objetiva-se evidenciar como a subjetividade está presente no desenvolvimento da fotografia, na prática fotográfica e científica. Para tanto, pretende-se investigar as características das ideias positivistas que negam a subjetividade e a influência do contexto social na construção do conhecimento científico e a extensão dessas ideias no desenvolvimento da fotografia e nas práticas fotográficas. E, a partir de textos sobre a prática fotográfica e seu emprego social, pretende-se ressaltar o caráter subjetivo de sua prática contrapondo-o à pretensão de neutralidade/imparcialidade empregada em comunicações com intenção de “expressão da verdade” (Kossoy, 2001; Sontag, 2004)

O Quadro 2 apresenta os problemas a serem mobilizados ao longo das aulas 2 e 3.

A aula 2 terá os problemas 1, 2 e 3 do Quadro 2 como desafio inicial. No início da aula os problemas serão enunciados para que os estudantes elaborem hipóteses. Em seguida, será

Tabela 3: *Problemas de investigação aula 2*

No.	Conteúdo	Dimensão	Enunciado
1	Fotossensibilidade, técnica, reações químicas	Conceitual científica e técnica	O que é necessário para que a imagem formada na câmara escura seja gravada?
2	Definição de ciência básica (CB) e ciência aplicada (CA)	Conceitual CTS	Qual a diferença entre conhecimento tecnológico e científico? Como eles se relacionam com a fotografia?
3	Definição de CB e técnica	Conceitual CTS	Qual a diferença entre conhecimento científico e técnico?
4	CT em contexto da revolução industrial e iluminismo	Econômica, política e social	Ao analisar o desenvolvimento da fotografia é possível perceber que interesses políticos o motivou? Existem interesses sociais, econômicos e políticos relacionados à fotografia (e as mídias audiovisuais) na atualidade?
5	CT em contexto da revolução industrial e iluminismo	Histórico, científico e social	Como o contexto histórico e científico da época influenciou a fotografia no início de seu desenvolvimento e utilização social?
6	CT em contexto econômico e político, CT como determinante social	Tecnológica, científica e social	Quais mudanças tecnológicas, na ciência e na sociedade levaram a ampliação do acesso à fotografia e ao ato de fotografar? Tais mudanças produziram impactos positivos ou negativos, quais?
7	CT como determinante social	Social	Como a evolução das tecnologias fotográficas impactou a sociedade em termos de comunicação e registro histórico?
8	CT como determinante social	Social	Você acha que o acesso à fotografia amplia o acesso à arte?
9	CT como determinante social	Social	Quais são as implicações éticas do uso de tecnologias fotográficas em termos de privacidade e consentimento?
10	CT como determinante social	Social	Podemos utilizar a fotografia para provocar mudanças na sociedade?

Fonte: próprio autor

feita uma introdução do desenvolvimento e emprego histórico da câmara escura e câmara clara de modo a articular os estudos da aula anterior com os que serão desenvolvidos nas aulas 2 e 3. Este momento introdutório finda com a apresentação do experimento a ser realizado para buscar evidências para respondê-la.

Quanto ao desenvolvimento histórico da câmara escura e do seu emprego social objetiva-se explicitar que este não segue uma lógica linear que culmina na câmara fotográfica. Para tanto, serão tratados os estudos do eclipse solar por Ibn al-Haytham (Martins, 2021), o uso da câmara escura por Leonardo da Vinci para a produção de obras de arte e de outros artistas no século XV e XVI na produção de obras realistas. Por fim, a utilização das câmaras escuras para o registro de imagem a partir da luz, sem dar detalhes sobre as técnicas de registros de imagem.

O experimento a ser realizado na aula 2 consiste no registro e revelação de fotos utilizando uma câmara escura equipada com um filme fotográfico. Para tanto os estudantes serão levados para um ambiente bem iluminado e serão dadas as instruções para realização da fotografia e revelação da foto. Os estudantes deverão escolher o tempo de exposição, a

posição da câmara escura, o assunto e o enquadramento. Após o registro das fotos os estudantes farão a revelação com auxílio do professor.

Após a realização do experimento os estudantes serão motivados a responder ao problema inicial e, por fim, um diálogo será guiado pelo texto *A Imagem Fotográfica: Sua Trama, Suas Realidades* de Boris Kossoy (2002) para tratar das escolhas dos estudantes ao longo do experimento, a dimensão do indivíduo como agente social e a influência de aspectos técnicos, científicos e sociais. Ao longo da discussão os problemas do quadro 2 serão mobilizados. Ao fim do diálogo os estudantes serão motivados a exporem possibilidades de ações para responder ao problema 10.

A aula 3 tratará especificamente do desenvolvimento histórico das tecnologias e técnicas fotográficas articulando-o com aspectos econômicos e políticos e com os conhecimentos abordados nas aulas anteriores.

Para tanto, será retomada às discussões sobre técnica de registro de imagens guiada pelo desenvolvimento histórico apresentado em Frizot (1998) em articulação com questões econômicas e políticas do contexto de desenvolvimento dos primeiros registros fotográficos. Ao longo desta aula as questões do quadro 2 serão retomadas.

IV. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada com uma turma composta por cinco estudantes do curso de Técnico em Produção Audiovisual do Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (Proeja) de uma unidade do Instituto Federal de Brasília (IFB).

A aplicação ocorreu em um ambiente de pouca familiaridade do professor, que limitou o conhecimento do contexto de aplicação e do público-alvo.

O trabalho consiste em uma pesquisa de campo de caráter qualitativa descritiva. Para a coleta de dados foram empregadas a observação participante, diário de campo, gravação de áudio e questionário aberto.

Destaca-se que a “observação participante é uma técnica de pesquisa na qual a tarefa científica de observar se dá sem mediações, portanto, ancora-se no estabelecimento de uma relação direta entre o pesquisador e o seu objeto de pesquisa” (Magalhães Junior; Batista, 2023)

Foi mobilizado Chizzotti (2006) para orientar a coleta de dados e como manter a fidedignidade da pesquisa a partir da observação participante, dado o contexto em que há “grande envolvimento do pesquisador na situação estudada.” (Chizzotti, 2006, p. 28).

De acordo com a classificação de Buford Junker (1971, apud Chizzotti, 2006, p. 28), quanto ao nível de explicitação do papel do pesquisador frente aos sujeitos da pesquisa, considera-se que a postura tomada está mais próxima do “observador participante”, papel em que “a identidade do pesquisador e os objetivos do estudo são revelados ao grupo pesquisado desde o início” (Chizzotti, 2006, p. 28). No primeiro encontro com os sujeitos da pesquisa, o pesquisador evidenciou que o contexto da pesquisa, e, portanto, das aulas, está inserido em um curso de formação de professores, evidenciando a importância dessa pesquisa para esse fim. Além disso, foi explicitado como as informações seriam coletadas e que tipo de análise seria realizada.

No diário de campo foram registrados momentos da interação entre professor-estudantes e estudante-estudante mediadas pelas atividades educacionais e com os objetos de conhecimento que mereciam destaque na descrição e análise, por evidenciarem aproximações das ações observadas com os objetivos de pesquisa. Dado o papel do pesquisador, que atuava como professor no momento da observação, a maioria das anotações foram feitas após a aula, no mesmo dia e no dia posterior.

A gravação dos áudios das aulas foram utilizados para registrar os relatos dos estudantes, da interação professor-estudante e a interações dos estudantes com as atividades. Sua importância está relacionada ao registro e coleta de informações acerca das comunicações que evidenciaram práticas sociais, na comunicação de hipóteses, informações coletadas nos experimentos, novos problemas e argumentos empregados ao longo das aulas em respostas aos problemas propostos.

Para identificação das falas dos estudantes e para referir-se a eles na realização da análise e produção deste trabalho, os estudantes participantes da pesquisa foram nomeados de E1, E2, E3, E4 e E5.

Os questionários tiveram como objetivo analisar os argumentos por escrito dos estudantes aos problemas propostos e a apropriação dos conhecimentos científicos e concepção de ciências veiculadas em suas produções. Além disso, os argumentos orais realizados ao longo das aulas foram confrontados com os argumentos postos nos questionários.

As questões do Quadro 1 compõem o Questionário 1, que foi entregue aos quatro estudantes presentes no primeiro encontro (E1, E2, E3 e E4) e seria recolhido no segundo encontro. Apesar dos estudantes terem começado a respondê-lo em sala, nenhum estudante entregou o questionário no segundo encontro.

O Questionário 2 foi composto com as questões do Quadro 2 e foi entregue aos estudantes presentes no segundo encontro: E1, E3, E4 e E5. Alguns estudantes responderam o questionário ao longo da aula, o questionário foi recolhido no terceiro encontro, apenas dois estudantes entregaram: E1 e E3.

Busca-se com os registros evidências da apropriação dos conhecimentos e a transformação da percepção dos estudantes em relação à prática social ao longo do processo. Além disso, pretende-se evidenciar possibilidades que não foram exploradas pelo professor e que contribuíram para o alcance dos objetivos de aprendizagem e uma implementação mais coerente com os fundamentos teóricos.

De modo geral, com o relato de experiência pretende-se evidenciar êxitos, equívocos e possibilidades pouco aproveitadas em relação aos momentos educacionais, confrontando a prática com os fundamentos teóricos-metodológicos que sustentam o olhar do pesquisador.

Assim, a experiência pedagógica será relatada buscando evidenciar como foi estabelecida a relação entre professor e estudantes mediados pelos conteúdos (conhecimentos e aspectos do método científico) e destes com a prática social, de modo a tentar captar as relações entre:

1. Empírico evidenciado pelos estudantes e prática social;
2. Prática social inicial e problematização;
3. Conteúdo e prática social;
4. Ações de ensino-aprendizagem (instrumentalização) e análise da realidade;

- (a) Informações e dados
- (b) Descrição e análise/explicação

5. Análise do real e transformação da prática social.

A partir do confronto entre dados coletados na aplicação, as perspectivas do professor-pesquisador postas no planejamento didático e as bases teóricas, buscou-se compreender como desenvolver uma postura crítica, catártica, dos estudantes para transformação das suas práticas sociais.

V. RELATO DE EXPERIÊNCIA

Em primeiro lugar ressalta-se que a pesquisa apresenta resultados dos trabalhos realizados no curso de especialização Ciência é 10! (C10) ofertado pela Universidade de Brasília (UnB), que teve como foco a formação para planejamento e aplicações de planos didáticos que utilizem o ensino por investigação como ferramenta pedagógica.

A proposta didática foi aplicada em uma unidade IFB em uma turma do Proeja, mediante a autorização do professor regente de física da instituição. O planejamento didático e da pesquisa passou por reformulações para se adequar ao contexto educacional e de pesquisa.

A parceria com a instituição ampliou as possibilidades didáticas, em decorrência da turma em que o plano didático foi aplicado ser do curso Técnico em Audiovisual. Além disso, professores da instituição contribuíram com ideias para a abordagem do tema, com o estreitamento das relações entre os discentes e o professor-pesquisador, cederam materiais para realização de atividades experimentais e todo o apoio necessário para execução didática e da pesquisa.

Antes da aplicação do plano, o professor-pesquisador se reuniu remotamente com o professor regente da turma de aplicação para apresentar o plano didático e de pesquisa. Neste diálogo o professor regente contribuiu com a contextualização da turma e do curso, sobre seu planejamento para a disciplina de física, as atividades já realizadas com a turma e os conteúdos ministrados. A partir deste diálogo foi possível elaborar uma nova atividade para aplicação e adequar o plano didático da pesquisa ao plano do professor regente.

O primeiro contato entre professor-pesquisador e os estudantes foi na primeira aula. Dos cinco estudantes participantes da pesquisa, apenas três participaram de todos os encontros, os outros dois participaram de apenas um.

I. Primeiro encontro

O primeiro encontro foi realizado em duas aulas de 45 minutos e pode ser dividido em cinco momentos: apresentação do professor-pesquisador e da pesquisa aos estudantes; apresentação do objeto de estudo e da metodologia de ensino-aprendizagem; discussão inicial para evidenciar práticas sociais iniciais; realização da atividade experimental com a câmara escura e com a câmara clara; diálogo de instrumentalização teórica dos conteúdos de óptica.

Em relação à discussão, buscou-se levantar relatos sobre a prática social dos estudantes a partir das relações que eles possuem com a fotografia e como eles enxergam a relação da

fotografia com a sociedade. Além disso, também foram investigados os conhecimentos prévios dos estudantes em relação a óptica, a fotografia e outros conhecimentos que permeiam este tema.

A atividade experimental do primeiro encontro consistiu na observação e estudo da formação de imagens em uma câmara escura e em uma câmara clara. Esta atividade objetivou a investigação e apropriação do princípio da propagação retilíneas, do conceito de imagem e objeto, da interação da luz com lentes e da formação de imagens em câmaras escuras guiados pelos problemas do Quadro 1.

O diálogo inicial foi guiado pelo professor com foco na explicitação das experiências e conhecimentos dos estudantes para, a partir desses, evidenciar a prática social inicial.

Como orienta Gasparin (2005), em um primeiro momento o docente expôs o tema das aulas e uma pergunta para guiar o diálogo. Ao longo do diálogo as intervenções do professor se deu de modo a direcionar a conversa com novas perguntas, a partir do que estava sendo exposto pelos estudantes, e para saber a percepção dos estudantes sobre a comunicação de seus colegas.

A pergunta escolhida para iniciar o diálogo para identificação das práticas sociais foi: “O que é fotografia?”, ao longo do diálogo duas outras perguntas foram postas: “A fotografia faz parte do seu cotidiano?” e “Como a fotografia e sociedade se relacionam?”. Além destas perguntas, o professor fez novas perguntas a partir das comunicações dos estudantes.

Ressalta-se que a identificação da prática social dos estudantes não se findou no primeiro encontro, mas esta foi retomada em todas as aulas de acordo com os objetivos e conteúdos de cada momento e considerando o que já havia sido exposto pelos estudantes e identificado pelo professor.

A seguir são apresentadas sínteses que relacionam as experiências e conhecimentos explicitados pelos estudantes com suas participações na atividade investigativa e com a apropriação dos conteúdos. Esta síntese foi elaborada a partir de observações no momento de aplicação, do diário de campo e de uma análise dos áudios das aulas e suas transcrição. Tais percepções orientaram o olhar do pesquisador para as informações coletadas e contribuem para análises.

O estudante E1 relatou ter outras experiências profissionais e em curso de fotografia. É perceptível na participação deste estudante a apropriação de significados e conceitos correlatos a física e a fotografia que auxiliaram na interpretação do experimento, na elaboração de hipóteses e explicações. Além disso, as comunicações deste estudante durante a aula contribuíram para direcionar a dinâmica das atividades e para a aprendizagem de outros estudantes. Em diversos momentos ele demonstrou interesse em contribuir com informações, perspectivas e análise para auxiliar os seus colegas na realização da atividade e na aprendizagem. Ressalta-se que este estudante participou de todas as aulas e foi muito comunicativo durante os encontros e apresentou facilidade de se expressar.

E2 relatou ter uma experiência profissional com a fotografia, em sua profissão a fotografia tinha uma função técnica, voltada a escanear documentos e gerar PDF's. Além disso, em seus relatos, demonstrou que a fotografia tinha papel importante para se comunicar em redes sociais, relatando que “postava” várias fotos durante o dia. Explicitou uma visão sobre fotografia voltado a estética, ao belo, e que ela estava presente no cotidiano, que coisas inusitadas ou simples para outras, para ela merecia um registro fotográfico e preservam

certa beleza. Esta estudante participou apenas da primeira aula e foi bastante comunicativa nas atividades. Interagiu bastante com os colegas e com o professor, demonstrou curiosidade e certa inquietação em relação aos estudos realizados ao longo do encontro que participou.

A estudante E3 explicitou experiências mais subjetivas com a fotografia ao falar sobre álbuns fotográficos de sua família, de tirar fotos de momentos comemorativos e registrar fotos do seu filho de modo a preservar memórias em relação a ele. As participações desta estudante foram mais pontuais e geralmente tinha que ser estimulada. Também ficou explícita certa facilidade em captar informações a partir das atividades experimentais, demonstrava certa timidez em se comunicar oralmente, mas escrevia bem, demonstrando impressões sobre a sociedade em seus textos. Esta estudante participou de todas as aulas.

A discente E4 demonstrou interesse por tirar fotos da natureza, disse que gostava de tirar fotos de plantas, flores, de cachoeiras e que comumente tirava fotos do pôr do Sol visto do campus da unidade escolar. Nas atividades didáticas esta estudante interagiu mais com os colegas, quando o professor se comunicava diretamente com ela, a estudante dava respostas curtas e demonstrou certa insegurança em alguns momentos. Esta estudante também participou de todos os encontros.

A realização da atividade experimental e diálogo de instrumentalização teórica foram orientados pelos preceitos da instrumentalização da PHC (Gasparin, 2005; Santos, 2012) e das atividades investigativas (Sasseron; Machado, 2017), estes momentos são analisados na seção: Ações coletivas e mediações para aprendizagem.

II. Segundo encontro

O segundo encontro contou com quatro aulas de 45 minutos pode ser visto como composto por cinco momentos: retomada da discussão da aula anterior contextualizando-a historicamente e relacionando-a com os estudos que foram realizado no primeiro encontro; atividade experimental para registrar imagens em papel fotográfico utilizando uma câmara escura; revelação das fotografias; diálogo guiado por um texto do Boris Kossoy; retomada a prática social.

Este encontro buscou alcançar o objetivo geral de desenvolver uma visão crítica de ciência e tecnologia a partir dos seguintes objetivos: de evidenciar aspectos científicos, tecnológicos e técnicos da fotografia e suas relações, discutir sobre o aspecto subjetivo da ação de agentes sociais no ato de fotografar e problematizar o papel da subjetividade e objetividade na atividade científica.

No início do encontro foi realizada uma exposição sobre aplicações da câmara escura e câmara clara ao longo da história. Os problemas 2 e 3 foram postos no início da aula e em seguida foi explicitado aos estudantes que estas tecnologias foram desenvolvidas e adaptadas para o exercício de funções diversas.

Entre estas funções está o emprego para produção de conhecimento científico, como nos estudos de Ibn al-Haytham no século XI (Martins, 2021), para a produção de obras de arte realistas como empregado por Leonardo da Vinci e outros artistas no século XV e XVI e para o registro de imagens, associada ao uso de materiais fotossensíveis e técnicas de revelação e fixação destas imagens a partir do século XIX (Frizot, 1998; Eder, 1945).

Ao fim do diálogo foi explicitado o objetivo da atividade experimental a ser realizada na

aula e o problema 1 foi posto para que eles expusessem suas hipóteses. Em seguida eles foram direcionados para o local em que seria realizada a atividade de registro e revelação de fotografias.

A atividade experimental ocorreu no auditório da instituição, o local reservado para posicionar os objetos a serem fotografados foi iluminado com equipamentos da própria instituição próprios para trabalhos audiovisuais, um técnico da instituição auxiliou na montagem e posicionamento deste equipamentos. Uma sala ao fundo do auditório foi preparada antecipadamente para realização da revelação das fotos de modo que ficasse isolado de qualquer fonte de luz.

Para iniciar a atividade, os materiais a serem utilizados foram apresentados aos estudantes.

1. Quatro câmaras escura , uma para cada estudantes, com formato cúbico de dimensão de 10 cm x 10 cm x 10 cm e abertura de aproximadamente 1 mm;
2. Papel fotográfico, que foi cortado em tamanho de 8 cm x 8cm;
3. Substâncias químicas: Revelador, interruptor e fixador.;
4. Quatro vasilhas de plásticos, para colocar as substâncias químicas e uma para colocar água;
5. Um lâmpada que emite luz vermelha, específica para usar em estúdios de revelação de fotos;
6. Três holofotes para iluminação dos objetos a serem fotografados;
7. Uma cadeira, uma armário com rodas e um vaso de flor para serem utilizados como assunto.

Os problemas investigativos foram postos logo na apresentação dos procedimentos experimentais e dos materiais para revelação. No início da aula as seguintes perguntas foram postas aos estudantes: O que era necessário para que a imagem fosse registrada na câmara escura? Qual a função de cada substância a ser utilizada para revelação? Por que a revelação deve ser feita em ambiente escuro? Por que devemos utilizar uma luz vermelha no ambiente de revelação? Ao longo da atividade estes problemas foram retomados.

Os estudantes demonstram já ter conhecimentos sobre o processo a ser realizado, mesmo tendo explicitado que nunca tinham realizado esse tipo de processo. A partir das respostas dos estudantes foram explicitados os procedimentos experimentais. Souza, Neves e Muramatsu (2007) fundamentaram as orientações docentes para realização dos procedimentos experimentais.

Após este diálogo o professor preparou as substâncias químicas nos recipientes colocando uma quantidade suficiente para que as fotografias pudessem ser submersas nos líquidos. Todo este processo foi narrado para os estudantes.

Em sequência os estudantes cortaram o papel fotográfico e prepararam as câmaras escuras, colocando os papeis fotográficos nela e vedando-as corretamente, sob orientação docente quando necessário.

Para o registro fotográfico os estudantes foram orientados a escolher os objetos a serem fotografados, a posição da câmara escura, o tempo de exposição e que eles explicassem os motivos das suas escolhas.

Após os registros, os estudantes se direcionaram a sala de revelação e manipularam as fotografias para realização do processo de revelação. Foi solicitado que observassem como o papel fotográfico se encontrava antes de serem submersos nas substâncias e as mudanças que ocorreram ao longo do processo.

Após a atividade experimental, o professor conduziu um diálogo, para tanto, enunciou o problema: “O que é necessário para que a imagem formada na câmara escura seja gravada?”. A partir das respostas dos estudantes, o professor guiou o diálogo de modo a motivar interações discursivas e uma aproximação dialógica à visão sintética sobre a utilização de materiais fotossensíveis para o registro de imagens.

Coletivamente os estudantes conseguiram descrever as mudanças que ocorrem no papel fotográfico na sua interação com a luz e ao longo do processo de revelação, relatando que quanto maior a intensidade da luz que chega ao papel fotográfico e quanto mais tempo o papel fica exposto a luz, mais escuro se torna a região em que a luz incidiu. Além disso, concluíram que é necessário a utilização de um material fotossensível e que ele seja exposto à luz, que existe um tempo de exposição ideal e que a intensidade de luz do ambiente deve ser regulada para alcançar maior nitidez da imagem.

Após a realização do diálogo acerca do experimento, um novo diálogo foi estabelecido com os estudantes, guiado pelo texto do Boris Kossoy e pelos problemas 4, 5, 6, 7, 8 e 9 do Quadro 2, com o objetivo geral, de dar continuidade ao desenvolvimento de uma concepção sobre a natureza da ciência.

A partir do texto foi discutido o papel da subjetividade nas escolhas concernentes ao processo de fotografar relacionando-a com a subjetividade e objetividade na ciência e para compreender e contrapor a concepção positivista da ciência e sua influência na fotografia (Kossoy, 2001; Sontag, 2004). Além disso, o texto possibilitou a discussão das relações da fotografia com a ciência, tecnologia e técnica, assim compondo a visão sobre ciência com base nas diferenças entre ciência básica e aplicada e estas da técnica (Bunge, 1980).

Ao perguntar sobre as escolhas realizadas pelos estudantes no momento da atividade, o estudante E1 citou que se guiou por critérios técnicos. A estudante E5 citou que na prática de um fotógrafo, as escolhas estão relacionadas com o fim daquela fotografia, se o fim é publicitário, por exemplo, a escolha do assunto é determinada pelo produto a ser divulgado em uma propaganda. Além disso, E5 falou que ao longo do curso de audiovisual eles estudam técnicas fotográficas que contribuem com a tomada de decisões em práticas fotográficas profissionais.

O texto também motivou a discussão sobre as relações entre a tecnologia utilizada e as escolhas do fotógrafo. O estudante E1 mencionou que a escolha da câmera fotográfica e da objetiva a ser utilizada, por exemplo, influenciam no enquadramento e depende do tipo de fotografia e do destaque a ser dado ao assunto. Segundo o estudante, essas escolhas levam em consideração critérios tanto estéticos quanto técnicos. Além disso, E1 explicitou que tais escolhas dependem de condições naturais, como a luminosidade do ambiente.

Ao fim da leitura e discussão do texto, o professor guiou um diálogo para diferenciar conhecimentos da ciência básica, tecnologia e técnica correlacionando com as ações realizadas

ao longo da atividade.

Para finalizar o diálogo o problema 10 do Quadro 2 foi posto para uma retomada a prática social inicial. A partir de um convite do professor para planejar ações que alcançassem a comunidade escolar da instituição e a comunidade do território em que a instituição se localiza. O diálogo objetivou motivar o planejamento de ações para transformação da prática social.

Ao fim do encontro foi solicitado que os estudantes respondessem em casa o questionário com as questões do Quadro 2 e entregassem no próximo encontro. Dos quatro estudantes presentes neste encontro, apenas dois entregaram o questionário respondido. As respostas dos estudantes ao Questionário 2 foram colocadas na íntegra no Anexo 1.

As respostas dos estudantes ao questionário explicitam elementos referentes aos três eixos da Alfabetização Científica. Apesar disso, demonstram que a percepção do real se manteve em um nível sincrético. Estes resultados apontam para que este questionário possa ser utilizado para um retorno à prática social e verificação das mediações ainda necessárias para que se alcance a catarse e depois, retomado para verificar se ocorreram transformações das visões dos estudantes a partir da nova mediação teórica.

III. Terceiro encontro

O terceiro encontro foi composto por dois momentos, que ocorreram em uma aula de 45 minutos: instrumentalização quanto a aspectos históricos, econômicos e políticos do desenvolvimento da fotografia; retomada à prática social.

O principal objeto deste encontro foi dar continuidade ao desenvolvimento de uma concepção da natureza da ciência evidenciando determinações históricas, econômicas e políticas do desenvolvimento das tecnologias e técnicas fotográficas e dos conhecimentos científicos que contribuíram para estes (Eder, 1945; Frizot, 1998; Kossoy, 2001).

Foi destacado que o desenvolvimento tecnológico e dos conhecimentos correlatos às práticas apresentadas não possuem um eixo direcionador comum. O próprio desenvolvimento dos registros de imagens a partir da câmara escura e materiais fotossensíveis se deram a partir de diferentes motivações, entre elas foram evidenciado algumas motivações políticas e econômicas associadas às disputas industriais, e em diferentes direções e não guiada por uma única intenção e em direção ao desenvolvimento do que entendemos hoje por fotografia (Frizot, 1998; Eder, 1945). Portanto, buscou-se evidenciar aspectos externalistas do desenvolvimento científico e tecnológico (Santos, 2012).

A aula iniciou com uma retomada das discussões realizadas no final do segundo encontro. Para tanto, foram lembradas as diferenças e relações entre ciência básica, conhecimento aplicado e técnica. O início desta aula voltou-se a análise dos conhecimentos científicos, tecnologias e técnicas correlatas ao desenvolvimento da câmara escura e da fotografia.

Em primeiro lugar, retomou-se os estudos de Ibn al-Haytham utilizando a câmara escura. A partir do trabalho de Martins (2021) foi exposto aos estudantes que Ibn al-Haytham publicou um trabalho em que ele utilizou a câmara escura para estudar o eclipse solar. Apesar do foco voltar-se para o eclipse, neste trabalho o cientista árabe traz uma análise óptica da formação de imagem na câmara escura.

Em sequência, tendo como referência Eder (1945) e Silva (2015), foi explicitado aos

estudantes que o desenvolvimento e os estudos sobre lentes ocorrem em diversos sentidos, com diferentes finalidades, e foi destacada as contribuições de Girolamo Cardano para o desenvolvimento de conhecimentos sobre a câmara escura e para o emprego de lentes com a intenção de melhorar a nitidez das imagens formadas por elas, que dá origem a denominada câmara clara. Também foi evidenciado o uso da câmara escura e câmara clara como ferramenta na produção artística, com destaque para a produção de obras realistas por Leonardo da Vinci e popularização desta técnica no século XVI.

Neste momento, foi retomada a atividade experimental realizada na primeira aula, foi solicitado que os estudantes lembrassem das diferenças entre as imagens formadas pela câmara escura e câmara clara. Os estudantes relataram que a imagem formada pela câmara clara era mais nítida, que as cores eram mais “vivas” e que com a câmara escura só foi possível visualizar objetos que emitem luz, como a luminária utilizada na aula e as lâmpadas da sala, e com a câmara clara era possível ver pessoas e objetos que refletem luz.

A vista do disposto, o professor chamou a atenção para a diferença de abertura entre os dois aparatos. Foi apresentado aos estudantes a relação entre abertura, nitidez e brilho. Neste sentido, também foi apresentada a função da lente para a formação de imagens mais nítidas e com mais brilho (GREF, 2015). Além disso, foi mencionado que Ibn al-Haytham já havia relatado o estudo das relações entre abertura, nitidez e brilho da imagem formada em câmaras escuras (Martins, 2021).

Em seguida, foi retomado o experimento realizado na aula anterior para tratar sobre o uso de materiais fotossensíveis para o registro de imagens. Foi evidenciado que os estudos sobre materiais fotossensíveis ocorreram de forma independente dos estudos e emprego da câmara escura. Para tanto, as contribuições de Johann Heinrich Schulze, no início do século XVII, acerca dos materiais fotossensíveis (Eder, 1945) foram relatadas.

Após a exposição destes estudos e empregos da câmara escura, o professor juntamente com os estudantes, demarcaram estas contribuições em ciência básica, ciência aplicada e técnica (Bunge, 1980). Os usos da câmara escura por Ibn al-Haytham foi classificado como técnica para produção de conhecimentos da ciência básica, os estudos dos sais de prata por Johann Heinrich Schulze à ciência básica, os estudos para associação de lentes à câmara escura por Girolamo Cardano à ciência aplicada e o emprego da câmara escura nas artes por Leonardo da Vinci a um emprego técnico artístico. Posteriormente são explicitadas as articulações entre conhecimentos e empregos técnicos ao desenvolvimento da fotografia no século XIX.

Neste momento o ponto central da aula é atingido. É explicitado que em diferentes direções, motivados por finalidades distintas e imersos em contexto das disputas tecnológicas industriais entre Inglaterra e França, os trabalhos de Niépce, Daguerre e Talbot articulam os conhecimentos e técnicas desenvolvidos historicamente, alcançando avanços tecnológicos e técnicos correlatos a captação e fixação de imagens a partir da luz (Frizot, 1998).

A vista do disposto, foi explicitado detalhes das técnicas empregadas pelos três inventores para demonstrar suas particularidades e que seus estudos ocorreram em diferentes sentidos. Além disso, foi evidenciado a disputa acerca do mérito da invenção da fotografia em que os três foram envolvidos, inclusive o acordo de cooperação firmado entre Niépce e Daguerre para aperfeiçoamento das técnicas desenvolvidas por Niépce que foi oficializado juridicamente (Eder, 1945). Tais aspectos motivou a discussão de aspectos políticos do

contexto histórico destas invenções e suas correlações com uma visão sobre desenvolvimento científico e tecnológico.

Para tanto, partiu-se da reportagem de François que publicou a invenção do Daguerreótipo. Assim, foi explicitado que esta reportagem traz uma narrativa de desenvolvimento linear da tecnologia e da ciência com o intuito de reivindicar certa genialidade a Daguerre e dar visibilidade à França em meio a disputas tecnológicas com a Inglaterra (Frizot, 1998). Então, foi evidenciado que por trás da reportagem e do mérito atribuído a Daguerre, havia negociações entre Daguerre e o governo francês que explicitam interesses políticos e controvérsias quanto à autoria da invenção envolvendo Niepce e sua família e Talbot em torno das disputas entre Inglaterra e França (Eder, 1945; Frizot, 1998).

Para tratar de aspectos econômicos em torno da fotografia foi exposto que a princípio o Daguerreótipo e outras invenções posteriores ainda não tinham sido adaptadas a lógica de produção industrial, mantendo uma forte dependência do trabalho manufaturado. Neste sentido, a câmara fotográfica produzida pela Kodak e inaugurada em 1888 explicita o investimento em laboratórios industriais para desenvolvimento tecnológico e técnico com o intuito de gerar capital (Kossoy, 2001). A tecnologia da Kodak populariza a fotografia e introduz a lógica capitalista industrial associada a ela.

Por fim, foi estabelecida uma discussão com os estudantes da relação entre fotografia, redes sociais, smartphones e monetização de materiais audiovisuais na atualidade. Em seguida, para estabelecer uma conexão com a prática social dos estudantes, eles foram motivados a expor suas percepções sobre as relações entre as discussões e estudos estabelecidos ao longo das aulas e a realidade que eles vivenciam.

Como resultado da retomada à prática social e o planejamento de ações para sua transformação no final da discussão, os estudantes reconheceram a importância de ações com a comunidade que evidencie o desenvolvimento histórico da fotografia e que estabeleça conexões com as relações atuais com as mídias de audiovisual principalmente quanto às estabelecidas nas redes sociais. Os estudantes frisaram que este tipo de ação seria importante principalmente para atingir um público mais jovem que talvez não tenha acesso a estes conhecimentos

VI. ANÁLISE

I. Ações coletivas e mediações para aprendizagem

Esta categoria foi extraída a partir da análise dos diálogos entre professor e estudantes e entre os estudantes, registrados em áudio e transcritos, além das anotações do diário de campo correlatas as interações entre os indivíduos para apropriação do conteúdo e desenvolvimento das habilidades de Alfabetização Científica.

Para a análise, recorreu-se a uma mediação teórica a partir do disposto sobre o momento de identificação da prática social inicial e instrumentalização em Gasparin (2005) e Santos (2012), sobre os indicadores da Alfabetização Científica e sobre a aprendizagem como experiência coletiva de interação (Sasseron; Machado, 2017).

Além do mais, nesta análise, foi possível relacionar a partir das falas dos estudantes, os indicadores da Alfabetização Científica com a apropriação dos conteúdos. A vista disso será apresentada uma análise quanto a articulação entre o desenvolvimento de habilidades associadas aos indicadores da Alfabetização Científica (Sasseron; Machado, 2017) e a apropriação do conteúdo considerando que esta pode modificar e reestruturar o desenvolvimento e para além disso, pode superá-lo (Gasparin, 2005).

Ao se defrontar com os diálogos evidenciou-se ações e comunicações coletivas entre os estudantes e deste com o professor que se constituíram um processo dialético de modo a propiciar apropriações sucessivas para a construção dos conceitos científicos. As ações do professor e estudantes demonstraram grande importância neste processo, assim como as experiências e conhecimentos evidenciados pelos estudantes (Gasparin, 2005). Os diálogos apresentados a seguir buscam demonstrar isso.

Para iniciar as discussões sobre experiências e conhecimentos correlatos a fotografia e a óptica, o professor fez a seguinte pergunta: “Como uma câmera é capaz de captar a imagem de um objeto?”. Esta pergunta foi elaborada para se relacionar diretamente ao problema 2 do Quadro 1.

E1 foi o primeiro a responder:

Tabela 4: *Diálogo 1*

E1: *“Na verdade, a fotografia é captura de luz, está relacionada a luz. Então a câmera tem um sensor que abre e fecha, na verdade é o obturador. O obturador abre, a luz chega no sensor, grava essa imagem e o obturador fecha. Naquele tempo em que o sensor está exposto é gravada a imagem.”*

Fonte: próprio autor

Após a fala de E1 o professor, se direcionando a turma, perguntou: “Vocês entenderam? Todos sabem o que é um obturador?”. Alguns estudantes sinalizaram com a cabeça que não entenderam, o silêncio dos demais expressou o desconhecimento em relação ao expressado por E1. Após a pergunta do professor e a reação dos colegas, E1 disse que estava com uma câmera e podia mostrar este funcionamento, o professor demonstrou interesse em ver o que o estudante tinha para mostrar e pediu para que ele mostrasse para seus colegas.

O estudante (E1), com uma câmera digital em mãos, tirou a lente de modo que o obturador ficasse visível, no interior da câmera, e mostrou para o professor e seus colegas que ao clicar para tirar fotos o obturador abria, uma peça espelhada girava, deixando a luz passar para o sensor que captura a imagem. Em sua demonstração E1 explicou que o obturador possui uma velocidade e que a depender dessa velocidade mais ou menos luz entra na câmera.

Os discentes demonstraram interesse, fizeram algumas perguntas para E1 e ficaram atentos às explicações sobre o funcionamento da câmera.

As contribuições de E1 foi a deixa para que o professor apresentasse a câmara escura. A explicação sobre o funcionamento da câmera feita por E1 poderia ser correlacionada com a câmara escura de modo a facilitar a compreensão da sua montagem e funcionamento.

Antes de apresentar a câmara escura aos educandos, o professor explicitou que um dos objetivos da atividade era responder aos problemas: “Como uma imagem é formada na câmara escura?” e “Quais as características dessa imagem?”.

Com a câmara em mãos o professor especificou os materiais utilizados para sua confecção e cada detalhe da montagem, que sua parte interna é preta, a posição da abertura e sua dimensão e que o anteparo é móvel, mostrando como regular sua posição. Em seguida foi mostrada a câmara clara, que a abertura dela é maior e possui uma lente. Então, o professor entregou a câmara escura para que os estudantes pudessem observar com detalhes.

Enquanto os estudantes manipulam a câmara escura ocorreu o seguinte diálogo.

Tabela 5: *Diálogo 2*

E1: “Esse movimento aqui, no caso, regula o tamanho que a imagem está sendo convertida?”
(Sobre o movimento de regulação da distância do anteparo à abertura da imagem)

O professor devolve a pergunta: “O que vocês acham?”

E2: “Isso aqui é o zoom, né?”

Segurando a câmera e regulando a distância do anteparo à abertura, E1 fez a seguinte colocação: “Está chegando mais perto do objeto, afastando do objeto. A luz entra por este burquinho aqui, oh.”

E2: “A luz entra por onde?”

E1: “No burquinho aí da frente, do outro lado.”

Ao falarem da abertura da câmara escura, o professor direciona o diálogo com a seguinte pergunta: “Pessoal, tem como formar imagem, na câmara, sem ter luz?”

E1: “Sem luz nenhuma, não.”

Os outros estudantes ficaram em silêncio, logo o professor fez outra pergunta: “Como enxergamos os objetos?”

E1: “Porque a luz bate no objeto e reflete. E, aí, essa luz bate em mim e vai em você, você me viu. É o reflexo da luz.”

Professor: “A luz refletida precisa chegar onde para que eu possa enxergar?”

E2: “ela precisa chegar no seu olho.”

Professor: “Então, precisa chegar luz na câmera para formar a imagem?”

E1: “A luz vai passar por aquele buraco e vai ser refletida naquele papel lá no fundo.”

Professor: “Além da luz, o que é necessário para formar a imagem na câmara escura?”

E2: “Luz, tem que ter uma imagem também né?”

Professor: Onde vai estar essa imagem? Qual a diferença entre imagem e objeto?

E2: “O objeto, por exemplo, eu tiro uma foto dessa cadeira, aqui eu tenho uma imagem (apontando para o celular) e aqui tem o objeto (apontando para a cadeira). Para formar a imagem tem que ter os dois.”

Fonte: próprio autor

Os diálogos do momento anterior explicitam o levantamento de hipóteses (Sasseron; Machado, 2017) pelos estudantes sobre a formação de imagens na câmara escura. Além disso, este momento contribui para uma identificação inicial da zona de desenvolvimento imediato (Gasparin, 2005) dos estudantes quanto à formação de imagem na câmara escura, aos conceitos de imagem e objeto e da interação da luz com a matéria.

Em seguida são apresentados diálogos correlatos ao momento de investigação que partiram dos problemas 1, 2 e 3 do Quadro 1 e que iniciaram as observações e estudos sobre a formação de imagem na câmara escura.

A princípio o professor descreveu e apresentou a montagem do aparato que servirá de objeto: uma luminária, com uma lâmpada que emite luz branca. Na frente da lâmpada foi colocado um papel vegetal e na frente dele uma cartolina com um corte no centro, no formato de um triângulo retângulos, como mostra a Figura 2. Uma fonte de luz adaptada como objeto foi utilizada por conta da baixa luminosidade da sala no momento da aplicação, que ocorreu durante a noite.

Figura 2: *Objeto emissor de luz*



Fonte: próprio autor

Tabela 6: *Diálogo 3*

Professor: “Agora eu gostaria que cada um observe e descreva com o máximo de detalhes possível o que vocês observaram. Vocês podem descrever o que vocês fizeram com a câmera e o que foi acontecendo.”

Professor: “O que vocês observaram na câmara?”

E3: “Aqui tem um triângulo bem pequenininho e quando puxa ele aumenta.” (se referindo a regulagem que permite afastar e aproximar o anteparo da abertura.)

E2: “Eu observei que ele tava assim, e quando eu olhava ali ele tava de cabeça para baixo” (apontando para o anteparo da câmara escura). “Mexendo ali , ele vai para longe. Mas, eu não sei, quero saber porquê. Eu virei o negócio da câmara e a imagem não virou” (Mostrando a regulagem da distância do aparato).

E1: “Eu vi que a imagem se forma no fundo da câmara, mas ela fica invertida, devido ao raio de luz que se cruza, na hora que ele passa pelo buraco. Então, o que a gente está vendo em cima fica em baixo e o que a gente está vendo em baixo fica em cima.”

Professor: “Vocês conseguiram visualizar isso que ele falou?”

E2: “Só não a luz cruzando.”

Fonte: próprio autor

Neste momento a fala de E2 explicita sua zona de desenvolvimento imediato, de onde o professor deve partir e para onde deve ir para contribuir com o desenvolvimento da estudante. Fica evidente a necessidade de mediação teórica, em específico do princípio da

propagação retilínea para que E2 alcance uma percepção sintética da formação da imagem na câmara escura.

Tabela 7: Diálogo 4

O professor pergunta: “Vocês perceberam algo além da inversão vertical?”

E2: “Ela tá assim e assim.” (Indicando com as mão que a imagem está invertida vertical e horizontalmente)

E3: “Isso.” (Concorda com a colega.)

Professor: “Então, tem uma inversão vertical. . .”

E2: “. . . e horizontal.”

E4: “Eu vi assim.”

Fonte: próprio autor

Os diálogos proporcionados pela solicitação do professor para que os estudantes descrevessem suas observações contribuíram para o levantamento de informações, **organização de informações** guiada pela interação entre os estudantes e deste com o professor. Além disso, neste momento também ocorreu o **levantamento de hipóteses** a partir das informações evidenciadas pelos estudantes por parte de E1: “*Eu vi que a imagem se forma no fundo da câmara, mas ela fica invertida, devido ao raio de luz que se cruza, na hora que ele passa pelo buraco.*”

A interação discursiva estabelecida no momento em que o E1 apresenta o funcionamento de sua câmera, os conhecimentos e significados atribuídos por cada um ao longo da atividade demonstram uma intrínseca relação entre as experiências vividas e suas comunicações (Sasseron; Machado, 2017).

Sasseron e Machado (2017) trazem a importância das interações discursivas para a aprendizagem de conceitos científicos e para desenvolvimento de aspectos da Alfabetização Científica. Os diálogos apresentados até então demonstram a importância das comunicações entre o coletivo dos estudantes e as mediações entre professor e as atividades para a construção de significados associados à cultura científica e o desenvolvimento da habilidade de explicar e argumentar. Além disso, é importante destacar que as habilidade explicativas e argumentativas são distintas e estão diretamente relacionadas à apropriação dos conceitos (Sasseron; Machado, 2017).

Em determinado momento da aula E2 disse: “*Vou responder o que vi, só não vou responder o porquê*”. A estudante demonstra certa limitação para explicar o que observava. Entretanto, ao conseguir comunicar informações obtidas ao longo da experimentação foram estabelecidas interações dela com o professor e com os colegas que contribuíram para a significação das informações com base em conceitos e na linguagem científica.

A fala de E2 evidenciada no parágrafo anterior ocorreu logo após E1 dizer: “*Eu vi que a imagem se forma no fundo da câmara, mas ela fica invertida, devido ao raio de luz que se cruza, na hora que ele passa pelo buraco.*” Aqui fica evidente uma comunicação explicativa e que a aplicação do princípio da propagação retilínea contribuiria para o desenvolvimento da capacidade de argumentação do discente.

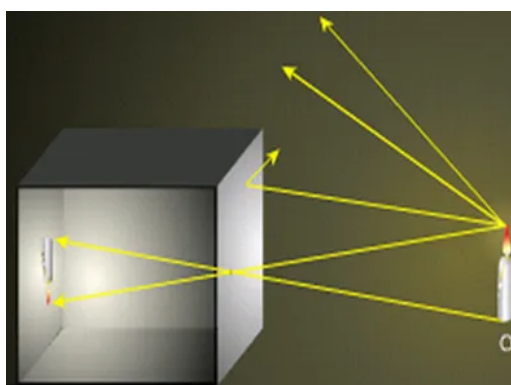
A análise dos diálogos estabelecidos neste encontro mostrou uma pequena participação de E3 e E4. Há necessidade de ações, por parte do professor, para motivar os estudantes que se comunicam menos de modo a incluí-los efetivamente nas interações discursivas, julgando

que está é importante para o processo de apropriação dos conteúdos científicos e para o desenvolvimento de habilidades que promovam a Alfabetização Científica.

Em relato do diário de campo é evidenciado que as comunicações explicitadas e analisadas anteriormente foram importantes para iniciar a intervenção didática expositiva do professor. As falas dos estudantes evidenciaram seus conhecimentos e experiências, deram pistas para que o professor se aproximasse da identificação da Zona de Desenvolvimento Imediato dos estudantes, assim indicando ênfases necessárias ao longo da exposição e correlações potenciais entre conteúdo e as explicitações dos estudantes.

Para a instrumentalização, slides com imagens e pequenos textos foram utilizados para as exposições e estabelecimento dos diálogos com os estudantes. A Figura 3 foi utilizada para iniciar as explicações sobre a formação de imagem na câmara escura, o modelo de raio de luz e o princípio da propagação.

Figura 3: *Formação de imagem em câmaras escuras*



Fonte: Brasil Escola; Acesso em: 02 de mar. de 2025

O diálogo apresentado a seguir refere-se ao começo do momento da exposição didática.

Tabela 8: *Diálogo 5*

Professor: E aí, esses raios de luz aqui (mostrando os raios que não passam pelo orifício), eles vão formar uma imagem dentro da câmara escura?

E1: esses de cima não.

Professor: Não, né? Aí, aqui, para que formem uma imagem, para onde tem que ir o raio de luz?

E1: para o orifício.

Professor: Então, esse raio aqui é especial? (Apontando para os raios de luz que passam pelo orifício).

E2: Sim. Ele que faz acontecer.

Professor: O raio de cima, que sai da... (o professor dá uma pequena pausa para interação das estudantes)

E2: Aham, ele está cruzando (...) (inaudível)

E3: aham.

Fonte: próprio autor

No Quadro 5: Diálogo 3, E2 responde à fala de E1 dizendo: “Só não a luz cruzando.” A fala evidencia que E2 não associava a inversão da imagem à propagação da luz. Após a mediação a partir da Figura 3 a estudantes demonstra se aproximar da interpretação do fenômeno de formação de imagem na câmara escura a partir do modelo do raio de luz e do princípio da propagação retilínea. Entretanto, E2 apresentava ainda certo desconforto em relação às explicitações sobre a interpretação física sobre a formação de imagem na câmara escura, aparentemente a estudante ainda não havia se apropriado de tais mediações teóricas.

Em seguida, o professor explica que esta forma de representar a luz é um modelo, que interpreta a propagação da luz como um raio. O professor frisa que essa é apenas uma representação, uma interpretação, mas que é importante para estudar a trajetória da luz, algumas interações com a matéria, como a reflexão e para estudar a formação de imagens, como na câmara escura. Posteriormente, o professor apresenta o princípio da propagação retilínea da luz e explica que o fenômeno de formação de imagem em câmaras escuras configura uma evidência deste princípio.

Ressalta-se que o alcance da visão sintética do real é um processo dialético, que ocorre por um conjunto de mudanças quantitativas até que alcance uma mudança qualitativa da interpretação do real para que se chegue a catarse (Gasparin, 2005; Santos, 2012). As comunicações de E2 possibilitam perceber que a estudante está em processo de apropriação dos conhecimentos científicos. Tal diagnóstico não foi possível em relação a E3 e E4 e chama a atenção para a importância de buscar meios para promover a participação dos estudantes que possuem mais dificuldade em se comunicar. Quanto a E1, suas falas demonstraram apropriação dos conhecimentos científicos e de habilidade de explicação e argumentação.

II. Análise e ponderação crítica quanto à metodologia e prática educacional

A análise do primeiro encontro demonstra a necessidade de algumas adaptações para o alcance dos objetivos didáticos e a superação da dimensão do cotidiano, das experiências e conhecimentos em prática social. Tais encaminhamentos visam aproximar-se da superação da visão relativamente sintética do professor quanto à prática social dos estudantes no início do processo de ensino-aprendizagem (Saviani, 1999).

A primeira adaptação refere-se a necessidade de análise das explicitações dos estudantes no momento da identificação da prática social inicial realizada no primeiro contato com os estudantes. Compreende-se a necessidade da mediação teórica em relação ao empírico para aproximar-se da prática social inicial.

Desta forma, visualiza-se a necessidade de dividir a primeira aula em dois encontros. No primeiro encontro realiza-se o diálogo com os estudantes para explicitação do empírico correlato ao tema e aos problemas iniciais. A partir dos registros deste encontro, o professor deve realizar uma análise do empírico, recorrendo aos fundamentos teóricos necessários, para superá-lo e alcançar a prática social inicial.

A nova visão acerca do empírico possibilita ao professor identificar encaminhamentos para dar continuidade a identificação da prática social, formular novos problemas e adaptar o planejamento da instrumentalização para proporcionar maior dialeticidade entre prática social, problemas, conteúdos e as atividades didáticas a serem realizadas.

Quanto à análise do desenvolvimento de habilidades associadas à Alfabetização Científica

e sua relação com a apropriação dos conhecimentos científicos aponta-se para a importância da análise das produções escritas dos estudantes, que não foi realizada neste trabalho pelo fato do questionário referente ao primeiro encontro não ter sido recolhido pelo professor-pesquisador.

Além disso, as produções escritas podem ajudar a avaliar a apropriação dos conhecimento dos estudantes que se comunicaram menos ao longo das atividade, possibilita uma análise mais sistemática quanto aos indicadores da Alfabetização Científica, pode possibilitar uma maior articulação da análise das ações comunicativas, da aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes e da aproximação dos estudantes à visão catártica.

Os resultados obtidos a partir das respostas ao Questionário 2, associado a análise das interações discursivas do primeiro encontram apontam para necessidade da recursividade ao longo do processo de ensino-aprendizagem para o desenvolvimento das habilidades da Alfabetização Científica e para se alcançar a catarse. Neste sentido, a condução do processo pedagógico considerando a dialeticidade da PHC (Saviani, 1999; Santos, 2012) e que a recursividade pode contribuir para superações sucessivas da visão caótica do real.

Quanto ao terceiro encontro, sua importância está em explicitar a construção sócio-histórica do conhecimento científico e suas múltiplas dimensões, social, histórica, da filosofia da ciência e das dimensão artística na prática social. Neste sentido, aponta-se para a fragilidade no tratamento da dimensão cultural, que se demonstrou relevante na prática social dos estudantes.

Considera-se que tratar os conteúdos científicos e a realidade em suas múltiplas dimensões é um caminho para alcançar a visão sintética do real. Além disso, as orientações ao planejamento didático garantido pelos eixos estruturantes da Alfabetização Científica contribuíram nesta direção.

A perspectiva trazida para concepção de ciência neste encontro coadunando com os preceitos da PHC postos por Gasparin (2005) e da sua articulação com o ensino de ciências, principalmente articulado com a perspectiva externalista do desenvolvimento da ciência trazido por Santos (2012).

A análise desta aula e da sua articulação com as atividade realizadas nos encontros que a antecederam demonstram uma preocupação em torno de aprender sobre ciências e o desenvolvimento de uma visão sobre ela que considera seu desenvolvimento histórico e o contexto social, político e econômico, assim como apontada na revisão bibliográfica de Strieder e Watanabe (2018) sobre atividades investigativas.

Analisa-se também que neste encontro houve uma participação reduzida dos estudantes, as falas dos estudantes centrou-se nas correlações entre o que estava sendo apresentado pelo professor, o que foi estudado nas outras aulas e os conhecimentos dos estudantes sobre fotografia que têm forte correlação com os estudos dos estudantes em outras disciplinas ministradas no curso ofertado pela instituição.

Neste sentido, há a necessidade de buscar uma estratégia para promover uma participação mais ativa dos estudantes. Para tanto, visualiza-se como possibilidade a identificação e formulação de uma Questão Sociocientífica (QSC) de modo a promover interações discursivas a evidenciar contradições históricas e atuais em relação a autoria do inventos e contribuições correlatas a fotografia e em torno das relações que envolvem aspectos econômicos, políticos e culturais.

Segundo Santos e Mallmann (2024) as QSC são amplamente articuladas aos estudos das relações entre ciência, tecnologia e sociedade e podem ser utilizadas para colocar em análise questões que se situam na fronteira do conhecimento científico. Tais problemas exigem discussões que envolvem questões éticas, morais e jurídicas, além disso as QSC contribuem para evidenciar as contradições presentes na sociedade e que envolve a ciência. Assim, entende-se ser pertinente a utilização de uma QSC para discussões engendradas nesta aula de modo a contribuir de forma mais efetiva para a participação ativa dos estudantes e para sua formação crítica.

VII. CONCLUSÃO

Em primeiro lugar, aponta-se para os resultados obtidos a partir da análise das interações discursivas estabelecidas ao longo das aulas e das atividades investigativas. Considera-se que o planejamento das problemas guiando-se pelos indicadores da Alfabetização foi um importante mediador para ações que envolveram a apropriação dos conteúdos. Neste sentido, foi possível perceber que ao longo da atividade os estudantes se inseriram em processos de desenvolvimento das habilidades explicativas e argumentativas, habilidade correlatas à Alfabetização Científica. Foi possível evidenciar relações entre a apropriação dos conteúdos e o desenvolvimento destas habilidades e que estas se inserem em um movimento em direção a percepção da realidade de forma catártica.

A articulação entre os eixos estruturantes da Alfabetização Científica à concepção de ciências externalista contribuíram para tratar os conhecimentos científicos e a prática social em suas múltiplas dimensões. As comunicações dos estudantes e as respostas dos questionários evidenciaram que as aulas conseguiram que aspectos científicos, sociais, econômicos, políticos, éticos e artísticos da prática social emergissem ao longo do processo educacional. Entretanto, a articulação entre estes aspectos e a visão dos estudantes acerca dela se manteve sincrética indicando a necessidade de retornos aos ciclos da PHC para estabelecer as mediações necessárias para a superação da visão caótica do real.

Tratar o desenvolvimento da fotografia e dos conhecimentos científicos demonstrou férteis correlações com a ciência e tecnologia para alcançar uma perspectiva do desenvolvimento científico e tecnológico como construção social e histórica e evidenciar determinantes econômicos e políticos deste processo. Além disso, o tema possibilitou a apropriação de conhecimento científico e evidenciou relevantes elementos da prática social em que os estudantes estão inseridos.

O trabalho de Dall'olio (2025) trás uma leitura relevante para tratar as relações da fotografia com a ciência. Este tange questões como materialidade, objetividade e subjetividade e relações sociais e filosóficas quanto ao conceito de imagem e objeto.

Em determinado sentido Dall'olio (2025) aponta que a materialidade na fotografia está associada às tecnologias empregadas no processo fotográfico, que envolvem técnica, tecnologia e ciências, e as relações sociais mediadas pela fotografia (Sontag, 1977 apud Dall'olio, 2025). Tais relações envolvem a capacidade democrática e o caráter manipulador associados à fotografia (Freund, 1980 apud Dall'olio, 2025).

Um novo olhar para a continuidade deste plano didático, quanto às relações entre fotografia, ciência e relações sociais, parece suscitar uma incursão nas contradições entre

objetividade e subjetividade e entre imagem e objeto.

Um desafio central percebido no processo de pesquisa está relacionado à capacidade de manter o caráter dialético da PHC no planejamento didático, na prática educacional e na pesquisa. O desenvolvimento desta pesquisa demonstrou a importância deste aspecto da PHC para que se alcance os objetivos educacionais de alcançar uma perspectiva da realidade em seu movimento, totalidade e contradições. Além disso, este desafio se estende à pesquisa, em como analisar a prática educacional fundamentada na PHC.

Considera-se que o plano não foi eficaz na identificação e retomada à prática social, este aspecto interfere diretamente no processo conduzido ao longo das aplicações. Uma possível forma de melhorar a identificação da prática social é a partir de uma análise e produção de uma síntese de cada aula e antes de realizar a aula seguinte. Considera-se que tal síntese pode ajudar o professor a visualizar as lacunas na identificação da prática social, na problematização, na instrumentalização, fazer diagnósticos sobre o alcance da catarse e orientar sucessivos retornos à prática social de modo a orientar ações para sua transformação. Além do disposto é necessário considerar a necessidade de recursividade entre os momentos da PHC ao longo da execução do plano de modo a contribuir para o alcance da dialeticidade do processo e a superação da visão sincrética do real.

Considera-se que a relevância deste trabalho está na tentativa de aproximação do ensino de física a uma perspectiva crítica de educação. Entende-se que este é um movimento necessário ao campo de ensino de física na atualidade, em que desigualdades educacionais encontram-se em amplificações sucessivas, engendradas no movimento de desvalorização da educação, da ciência e dos profissionais destas áreas.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 13, p. 121-138, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172013130109>. Acesso em: 01 mar. 2025
- BUNGE, M. *Ciência e Desenvolvimento*. Belo Horizonte; São Paulo: Editora Itatiaia; Editora da Universidade de São Paulo, 1980.
- CHIZZOTTI, A. *Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais*. São Paulo: Vozes, 2006.
- DALL'OLIO, Rafael Luis dos Santos. O desenvolvimento da fotografia como um instrumento científico no século XIX. *Khronos*, São Paulo, Brasil, n. 18, p. 1-28, 2025. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/khronos/article/view/230897>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- EDER, Josef Maria. *History of Photography*. Trans. Edward Epstean. New York: Dover, 1945
- FRIZOT, Michel. Os continentes primitivos da fotografia. *Revista do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*, Brasília, n. 27, p. 37-43, 1998. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/RevPat27.pdf> Acesso em: 10 nov. 2024.
- GASPARIN, João Luiz. *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica*. 3ª Ed. Campinas, SP: Autores Associados, 2020.
- GRF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. *Física*

2: Física Térmica/ Óptica. 5. ed. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 2015. KOSSOY, Boris. Fotografia e História. 3ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial. 2001 KOSSOY, Boris. Realidade e Ficção na Trama Fotográfica. 3ª ed. São Paulo: Ateliê Editorial. 2002 MARTINS, Roberto de Andrade. Ensaio sobre História e Filosofia das Ciências I. Extrema: Quamcumque Editum, 2021. MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci. Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências. 2. ed. Maringá: Gráfica e Editora Massini, 2023. E-book MASSI, Luciana; SOUZA, Bruno Novais de; SGARBOSA, Evilin Caroline; COLTURATO, Adriel Rodrigo. Incorporação da Pedagogia Histórico-Crítica na Educação em Ciências: Uma Análise Crítica Dialética de uma Revisão Bibliográfica Sistemática. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S. l.], v. 24, n. 2, p. 212–255, 2019. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1378>. Acesso em: 10 de dez. 2024 SANTOS, César Sátiro. Ensino de Ciências: Abordagem Histórico-Crítica. 2ª Ed. Campinas: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2012 SANTOS, Paulo Gabriel Franco; MALLMANN, Gabriel; SOUZA, Rodrigo Diego. Notas para um debate materialista histórico e dialético das questões sociocientíficas: da controvérsia à contradição. *ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec.*, v. 17, p. 1-27, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e97207> Acesso em: 01 de mar. de 2025 SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. SASSERON, Lucia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. Alfabetização científica na prática: Inovando a forma de ensinar física. 1ª Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017. SAVIANI, Dermeval. Escola e Democracia. 32. ed. Campinas, SP: Autores Associados, 1999 SILVA, Milene Dutra da. Ciência e arte na sala de aula: mediações possíveis entre arte urbana, Joseph Wright e o ensino de óptica geométrica. 2015. 154 f. Dissertação (Mestrado em Formação Científica Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015. SONTAG, Susan. Sobre fotografia. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2004. E-book SOUZA, Carlos Eduardo Rossati de ; NEVES, J. R. ; MURAMATSU, M . Fotografando com a câmara escura de orifício: a óptica e o processo fotográfico na sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 6, p. 19-22, 2007. Disponível em: www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol08-Num2/v08n02a051.pdf . Acesso em: 07 abr. 2025. STRIEDER, Roseline Beatriz; WATANABE, Graciella. Atividades Investigativas na Educação Científica: Dimensões e Perspectivas em Diálogos com o ENCI. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 819–849, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4737> . Acesso em: 5 mar. 2025.



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA EM BIOLOGIA: UMA PROPOSTA PARA ESTUDO DE ARTRÓPODES

INVESTIGATIVE TEACHING SEQUENCE IN BIOLOGY: A PROPOSAL FOR THE STUDY OF ARTHROPODS

LUANA SOARES CRISÓSTOMO, VANESSA CARVALHO DE ANDRADE

Universidade de Brasília: Programa de Pós-Graduação Lato Sensu Ciência é 10!

Resumo

O Ensino por Investigação é uma proposta pedagógica em que o estudante se torna o centro da aprendizagem. Nela há uma busca pela resolução de um problema com base em experimentos ou dados. O presente trabalho utilizou essa metodologia com o objetivo de analisar sua viabilidade na compreensão do conteúdo de Artrópodes, um tema de Biologia, em uma turma de 2º ano de Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal. Além de verificar se o aprendizado teria mais sentido para os estudantes. Todo o projeto foi baseado na questão central da evolução da camuflagem dos artrópodes e do ambiente em que vivem. Foi possível também estudar as características gerais deste filo animal. E teve como resultado uma maior participação dos discentes nas aulas e a solução da pergunta. Além da criação de um animal camuflado em determinado ambiente, seguindo as características aprendidas em aula. E, dessa forma, a construção e consolidação do conhecimento proposto.

Palavras-chave: Investigação. Aprendizado. Resolução.

Abstract

Inquiry-based learning is a pedagogical approach in which the student becomes the center of learning. It involves seeking to solve a problem based on experiments or data. This study used this methodology to analyze its viability in understanding the content of Arthropods, a Biology topic, in a 2nd-year high school class at a public school in the Federal District. It also aimed to verify whether the learning would make more sense to the students. The entire project was based on the central question of the evolution of arthropod camouflage and the environment in which they live. It was also possible to study the general characteristics of this animal phylum. The result was greater student participation in class and the solution to the question. In addition, an animal camouflaged in a given environment was created, following the characteristics learned in class. This way, the proposed knowledge was constructed and consolidated.

Keywords: Research. Learning. Resolution.

I. INTRODUÇÃO

O ensino de Biologia, muitas vezes, se torna uma adversidade para os estudantes pela quantidade de informação e de nomenclaturas (BRITO; BRITO; SALES, 2018). É uma tarefa complexa também para os docentes que precisam cumprir com um currículo volumoso e complexo, com diversos seres vivos e seus processos de manutenção da vida (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018).

Além disso, dependendo do método de ensino, pode haver um certo bloqueio com os estudantes que já trazem em sua bagagem saberes prévios (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018). Assim, a utilização do ensino tradicional não promove uma reflexão no discente e nem a competência para a solução de problemas que a sociedade demanda (SEGURA; KALHIL, 2015).

Por isso, buscar outras estratégias para que o aprendizado seja alcançado e utilizado a favor da sociedade (SEGURA; KALHIL, 2015) é essencial por parte dos profissionais da educação. Assim, a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), aliado a uma perspectiva de aprendizagem significativa, é uma ferramenta conveniente para essa finalidade.

Quando o estudante aplica o conteúdo aprendido em situações cotidianas para resolver problemas, demonstra a ocorrência de uma aprendizagem significativa (DARROZ, 2018), com implicações que se estendem além do contexto acadêmico. Isso também contribui para a compreensão de conceitos abstratos e de difícil contextualização prática. Buscar esta aplicação no universo do estudante se torna primordial para a consolidação dos conteúdos (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018). Outro aspecto relevante a ser mencionado que essa abordagem traz é a alfabetização científica.

Ela é um processo em que novos conhecimentos são adquiridos e possibilitam tomada de decisões e posicionamentos na sociedade, baseados em fatos específicos. Além disso, esse atributo mostra como ciência e sociedade são dependentes entre si e precisam estar sempre em desenvolvimento (SASSERON, 2015). Ademais, esse conhecimento obtido permite que o sujeito reconheça o que é e o que não é científico, bem como formas desenvolver fundamentos científicos (SCARPA; CAMPOS, 2018).

E do mesmo modo, segundo Trivelato e Tonidandel (2015, p. 107):

“Essa prática pode coordenar, dentro dos objetivos da educação científica, dois propósitos: o de proporcionar e intensificar a aprendizagem de conceitos científicos e também o de ampliar as possibilidades de envolvimento dos estudantes no discurso científico.”

Assim, a SEI pode ser dividido em algumas fases: a de orientação, despertando a curiosidade dos estudantes acerca de algum tema; a de conceitualização, em que uma questão-problema será a base da investigação dos discentes; a investigação, em que eles buscam respostas para aquela pergunta através de experimentos ou dados; e a fase de conclusão dos resultados, na qual os estudantes esclarecem como chegaram naquela explicação (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é investigar o potencial pedagógico de uma SEI sobre o tema de Artrópodes em uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal, bem como introduzir alguns conceitos evolutivos a partir da

análise dos estudantes. Portanto, a metodologia adequada para alcançar tais objetivos fundamenta-se no ensino por investigação, abordagem na qual os estudantes assumem o papel de protagonistas do processo de aprendizagem ao investigarem um problema específico: a relação evolutiva entre os mecanismos de camuflagem e os ambientes ocupados pelos artrópodes.

Ao desenvolver essa resolução, baseados em conhecimentos que já possuíam e buscando novas informações, os estudantes podem dar sentido à aprendizagem. Este trabalho está organizado nas seguintes seções: fundamentação teórica, metodologia, relato de experiência, conclusões e referências bibliográficas.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A concepção tradicional de ensino, utilizada por muito tempo para transmitir o conhecimento produzido em outras gerações, já não faz mais sentido atualmente. A dimensão dos dados é significativamente maior do que a capacidade de retê-los e a qualidade dessa obtenção do conhecimento é mais valorizada do que a quantidade (CARVALHO, 2013). Além de não favorecer a relação ativa entre o estudante e o objeto de conhecimento, e nem a aprendizagem ativa (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Dessa forma, um novo método de ensino se torna essencial para que a geração atual compreenda os conceitos constituídos pela humanidade. A produção de novos conhecimentos baseados em experiências que o estudante já possui é um tipo de ensino-aprendizagem ativo. Pois esse processo terá como ponto central o discente e assim será interativo (SEGURA; KALHIL, 2015). É importante também que a contextualização do ensino não seja um item indispensável no ensino, mas que faça parte do ensino-aprendizagem. Pois o aprendiz precisa partir daquilo que ele compreendeu cientificamente para conseguir influenciar sua realidade de forma concreta (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018).

Assim, a importância do ensino de biologia se mostra relevante no contexto em que a humanidade está, entremeada pela ciência e tecnologia, em que a cultura científica é inevitável para o avanço da sociedade e qualidade de vida (MALAFAIA; BÁRBARA; RODRIGUES, 2010).

Por isso, o Ensino por Investigação é uma das formas em que a aprendizagem se torna mais significativa, pois o estudante é um sujeito ativo na busca do conhecimento. E essa metodologia está ancorada na resolução de determinado problema proposto pelo professor, que se torna um facilitador da aprendizagem (CARVALHO, 2013). Além de construir conceitos e habilidades científicas que possibilitam a aprendizagem (BRITO; BRITO; SALES, 2018) e sua posterior aplicação para tomadas de decisões críticas e fundamentadas (DURÉ; ANDRADE; ABÍLIO, 2018). É também, segundo Sasseron (2015): “Uma construção de entendimento sobre o que seja a ciência e sobre os conceitos, modelos e teorias que a compõem (...)” (SASSERON, 2015, p. 58). É um novo olhar sobre a natureza, seus princípios e como estamos interligados.

Também é importante mencionar que esse método engloba a alfabetização científica que, segundo Sasseron e Carvalho (2008, p. 335), abrange três aspectos:

“(...) A compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais (...); a compreensão da natureza da ciência e dos

fatores éticos e políticos que circundam sua prática (...); o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.”

Assim, a partir desse ensino, o estudante será capaz de construir suas reflexões com embasamento científico. Esse tipo de metodologia aproxima a prática científica aos estudantes do ensino básico (MUNFORD; LIMA, 2007). E pode, ainda, motivá-los a sempre buscar respostas de algum problema baseados em teste de hipóteses e evidências científicas.

É importante ressaltar que a aprendizagem se torna significativa quando novos conceitos têm um sentido para o estudante e quando ele pode utilizar aquele conhecimento para resolver problemas. Vale destacar que, segundo Duré, Andrade e Abílio (2018, p. 269):

“(...) Quanto mais contextualizado ao cotidiano do estudante, às suas experiências pessoais e ao seu campo de interesse, maior a possibilidade de se desenvolver uma aprendizagem significativa em relação aos conteúdos de Biologia.”

E para que haja um sucesso na implantação da aprendizagem, os estudantes necessitam de alguns conhecimentos prévios que garantam a ancoragem das novas informações, assegurando a integração entre esses novos conhecimentos (Ferreira; Mateus; Moretti, 2022). Também é preciso a interação entre as antigas e as novas informações, o que promove a modificação da estrutura cognitiva dos estudantes (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017). Por isso, saber antecipadamente quais são esses subsunçores que os discentes possuem, é uma parte essencial do planejamento do professor. Pois o conhecimento só terá significado e significância lógica no momento em que ele se associar com a estrutura cognitiva do sujeito (FERREIRA; MATEUS; MORETTI, 2022).

É importante destacar que com essa interação entre novas informações e os subsunçores existentes, haverá um significado concreto para o sujeito que aprende. Entretanto, em situações mais complicadas ou sem conhecimentos prévios, ele poderá utilizar elementos preparatórios, que funcionam como organizadores prévios (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017). Eles também podem ser utilizados para introduzir a temática, de forma que todos os estudantes estejam no mesmo nível de entendimento.

Vale ressaltar que tudo depende do contexto de ensino e aprendizagem em que os sujeitos envolvidos se encontram. Não se pode descartar currículo, ensino e meio social quando se pensa em educação; esses são alguns dos atributos que se deve considerar ao pensar na educação (MOREIRA, 2003).

Assim, durante a organização de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), deve-se levar em conta a formação de determinado conceito, que é o objetivo do professor, a partir de um problema que será esclarecido com atividades manipulativas (CARVALHO, 2013). Essas atividades são mais significativas quando trabalhadas em grupo, já que os colegas geralmente estão no mesmo nível de entendimento e no mesmo nível de possível desenvolvimento.

A partir desses pressupostos, e analisando o que Carvalho (2013) disse: “(...) Ciências não é a natureza, mas leva a uma explicação da natureza”, uma SEI elaborada e planejada corretamente leva ao estudante uma formação científica mais eficaz, já que ele vai procurar hipóteses, evidências e resultados para o problema proposto. E, assim, o aprendizado

se torna relevante e de qualidade, desde que comece com uma base já conhecida, o que favorece também sua independência (VIEIRA, 2012). Ainda, o professor nesse método é um facilitador e orientador da análise, pois ele auxilia a busca de dados, instiga a elaboração de hipóteses e contribui para as discussões (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015)

Outro aspecto interessante de uma SEI é que o fato de precisar investigar a solução de um problema, evita o distanciamento entre a ciência escolar e a universitária, já que haverá um método semelhante ao que os cientistas utilizam (MUNFORD; LIMA, 2007). E segundo Munford e Lima (2007): “Fazer ciências significa se apropriar de teorias do campo científico para investigar e explicar esses fenômenos (...)”. O que favorece a consolidação cognitiva dos estudantes ao utilizarem raciocínio hipotético-dedutivo para solucionar questões e concluir com a transformação conceitual e o aprimoramento de conhecimentos (SASSERON, 2015).

Vale destacar que, além de todos os itens prescritos que uma SEI propõe, é importante também motivar e estimular a reflexão e discussão pelos estudantes da investigação proposta em uma linguagem científica. Além de mostrar e persuadir seus conceitos aos pares através de evidências. Pois isso é investigar e fazer ciência de fato (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Assim, é um objetivo também desse método criar uma percepção crítica e reflexiva acerca da temática tratada e da sua própria existência dentro daquela circunstância (SILVA; MOURA; DEL PINO, 2017).

III. METODOLOGIA

Esse trabalho buscou observar e analisar as soluções apresentadas pelos estudantes, através da participação nas atividades realizadas em sala de aula. Assim, essa pesquisa é do tipo qualitativa, pois busca entender o objetivo pesquisado a partir da interpretação dos estudantes durante a vivência da atividade (NEVES, 1996). Foi utilizada a técnica do estudo de caso, em que há observação de uma situação específica, mas analisando todas as circunstâncias envolvidas (OLIVEIRA, 2008). Dessa forma, houve um envolvimento com os sujeitos estudados e a compreensão das condições em que a atividade era executada (BRITO; FIREMAN, 2016).

Nesse tipo de investigação, o pesquisador se comporta como observador participante, já que “(...) ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 194).

Deste modo, durante a execução da SEI, há o prosseguimento das etapas: levantamento de uma questão-problema que seja motivadora para os estudantes; desenvolvimento de hipóteses pelos estudantes em grupo; produção de dados adquiridos através de observação, experimentos, práticas ou fornecidos pelo professor; discussão desses dados com os colegas para elaboração de resultados; conclusões baseadas em argumentos e evidências científicas (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

A SEI foi implementada em uma sala de aula de uma escola pública do Distrito Federal, em uma turma de 2º ano do Ensino Médio. A coleta de dados se deu pela observação da participação dos estudantes nas discussões orais e pelos registros das atividades escritas.

Assim, a sequência didática ficou dividida da seguinte forma:

Sequência de Ensino Investigativa	
Tema	Filo Artrópodes.
Tempo previsto	4 aulas.
Recursos educacionais	Projeto, slides, vídeos, texto “Cores e disfarces da natureza (CARVALHO, 2010)”, folhas A4.
Etapas	<ul style="list-style-type: none"> • Levantamento dos subúncos; • Discussão inicial com questões-problema sobre artrópodes e imagens de seres vivos camuflados; • Hipóteses/análises acerca da camuflagem e da evolução;
Atividades	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade prática para consolidação do tema com a criação de um animal camuflado; • Aula expositiva com slides/vídeos sobre o filo artrópodes;
Conceitos explorados	Características dos artrópodes, processo evolutivo, camuflagem, biodiversidade, qualidade ambiental.
Avaliação	Formativa durante o desenvolvimento da atividade e somativa ao final do bimestre.

Tabela 1: *Sequência de Ensino Investigativa.*
Fonte: os autores.

Os conhecimentos prévios dos estudantes precisam ser analisados para que o planejamento da SEI possa ser adequado àquela realidade (FERREIRA; MATEUS; MORETTI, 2022). Assim, durante as aulas anteriores foram realizadas avaliações formativas, baseadas em discussões orais e atividades escritas, coletando os dados: noções de classificação de seres vivos, noções sobre o Reino Animalia, noções de biodiversidade animal, noções de evolução dos seres vivos.

O texto basilar da aula (Cores e disfarces da natureza) foi escolhido por demonstrar a interdisciplinaridade envolvida no tema da aula, pois ele retrata não apenas a camuflagem de artrópodes, mas também de outros grupos de animais e sua importância ecológica, o que reflete diretamente na evolução dos seres vivos.

As etapas foram baseadas na progressão de uma SEI para que aconteçam com maior sucesso e com mais probabilidade de resultar em uma alfabetização científica. Com sentido naquela aprendizagem, a motivação para buscar novos conhecimentos e novas resoluções de problemas baseados em dados científicos é expandida (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Destaca-se a relevância da atividade prática para consolidação dos temas, levantamento de hipóteses e discussões. E, neste caso, sem ser necessariamente em um laboratório realizando um experimento. Assim, a criação de um registro baseado em teorias e conjecturas que os estudantes podem desenvolver com fundamento, pode ser um dos pilares para a

consolidação da alfabetização científica (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Também é válido ressaltar a importância da aula expositiva e dialogada para consolidar o conhecimento no fim da SEI. Pois muitas dúvidas que surgiram nos momentos de discussão e de atividade prática podem ser sanadas e consolidadas ao mostrar a teoria por meio dos slides e dos vídeos. E os recursos utilizados também corroboram para uma maior participação nas aulas e consequentemente maior rendimento e aprendizado, pois aprimoram a assimilação dos conceitos envolvidos (MALAFAIA; BÁRBARA; RODRIGUES, 2010).

IV. RELATO DE EXPERIÊNCIA

A execução dessa SEI foi realizada durante as aulas de Biologia do 2º ano de Ensino Médio de uma escola pública do Distrito Federal, em uma turma com 38 estudantes dentro da sala de aula.

Antes da implantação da SEI, e no decorrer do semestre letivo, houve o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre conceitos do Reino Animalia, ecologia e relações evolutivas, como uma avaliação formativa. Um passo importante para que a SEI fosse construída, considerando os conhecimentos que os discentes possuem e aprofundando-os (CARVALHO; CARVALHO; MIRANDA, 2021). Pode-se perceber que eles possuíam conhecimentos mínimos acerca dos grupos de animais, muita dificuldade no tema de evolução, mas muita informação sobre curiosidades do mundo animal. Também havia certa indefinição sobre o filo artrópodes.

Na primeira parte da SEI, houve a questão-problema, a ser elucidada pelos estudantes em uma discussão oral, que se refere à relação da camuflagem dos animais e da evolução. Assim, foram feitas algumas perguntas básicas, oralmente, sobre os artrópodes, como: o que são? Qual seria o grupo mais biodiverso? Como explicar o porquê desse sucesso evolutivo?

Nesta etapa foram mostradas imagens de seres vivos camuflados em seus ambientes para que os estudantes pudessem identificá-los e discutissem sobre as utilidades das camuflagens naqueles locais. Essa é a etapa do levantamento de hipóteses. As perguntas que se seguiram para o debate foram: o que é camuflagem? Qual é a vantagem da camuflagem? Um animal que imita o outro está se camuflando? Quais são as características de um inseto? A aranha é um inseto? É importante mencionar que a aula seguinte seria sobre Artrópodes, por isso essa introdução sobre insetos e aranhas dentro do filo artrópodes (ênfatizando que são classes diferentes) era de suma importância.

Ao discutirem sobre a evolução dos seres vivos e do ambiente, muitos mencionaram a importância de se manter escondido e conseguir se alimentar de alguma presa como uma vantagem da camuflagem. Ainda existia uma confusão em relação ao mimetismo e camuflagem, por isso houve pouco desenvolvimento nessa questão. Já sobre insetos e aranhas, alguns sabiam que aranha não era um inseto, mas não conseguiam explicar o porquê; outros achavam que aranha era de fato um inseto. Então, durante as discussões entre pares e nas intervenções docentes, pode-se esclarecer essas dúvidas.

Na segunda parte, os estudantes fizeram uma atividade relacionada ao tema: em dupla deveriam criar um animal camuflado, desenhar seu ambiente e descrever com detalhes o seu nicho ecológico (figuras 1, 2, 3, 4 e 5). Durante essa etapa, houve discussões em

pequenos grupos acerca das características daqueles seres e se estavam ou não de acordo com o ambiente, bem como o porquê daquela evolução da camuflagem. E, para concluir, houve uma discussão final sobre o desenvolvimento da atividade, em conjunto com a aula em slides/ vídeos sobre Artrópodes.

E, durante essa aula de Artrópodes, seguinte à atividade, foi possível deixar mais claro as peculiaridades desse grupo, a diferença de camuflagem e de mimetismo e a relação evolutiva. Assim como as classes de Artrópodes existentes e suas características. No entanto, como eles já haviam participado da tarefa, a aula se tornou mais dinâmica e produtiva.

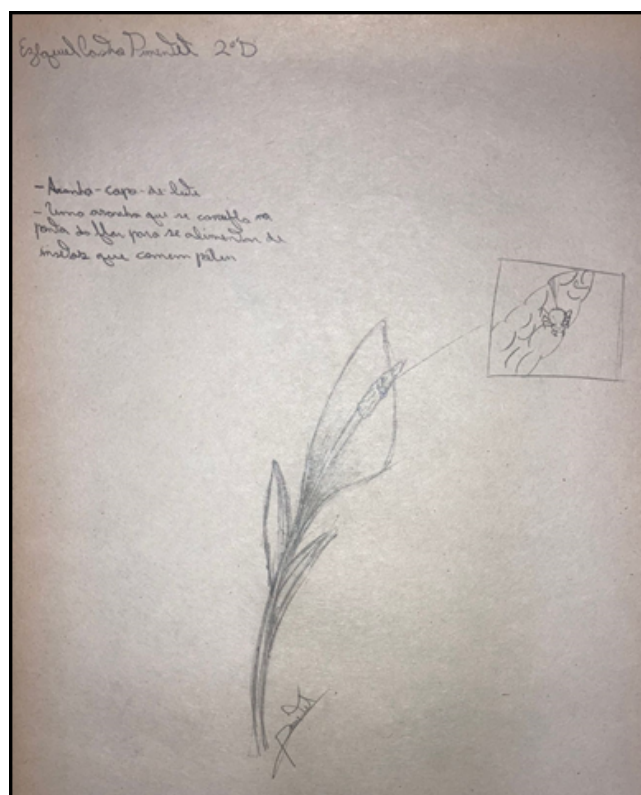


Figura 1: Animal criado pelos estudantes e seu ambiente
Fonte: os autores.

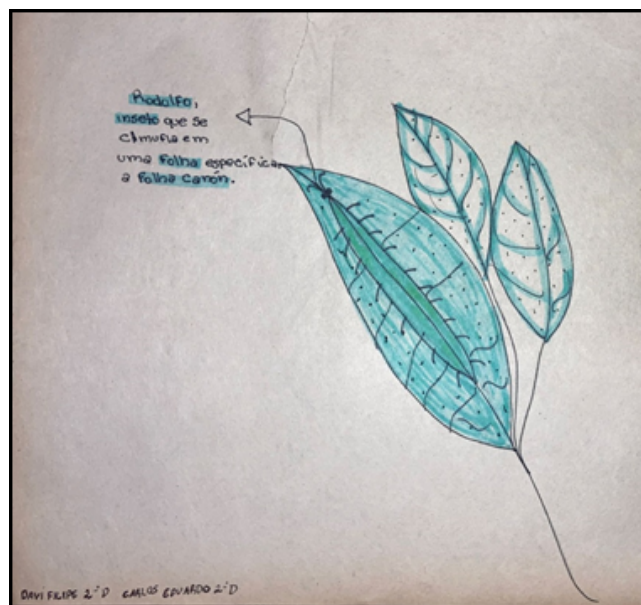


Figura 2: Animal criado pelos estudantes e seu ambiente
Fonte: os autores.



Figura 3: Animal criado pelos estudantes e seu ambiente
Fonte: os autores.

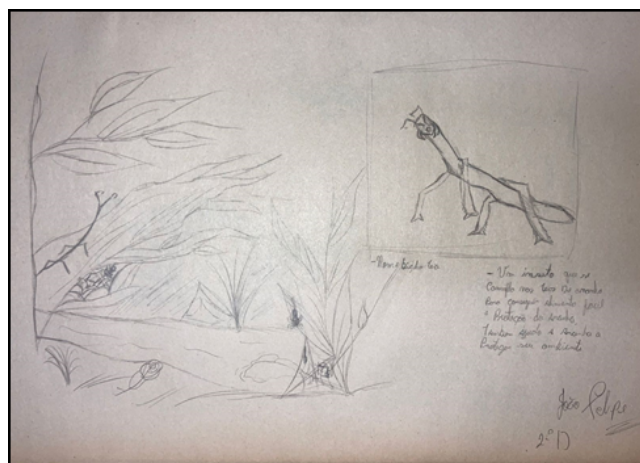


Figura 4: Animal criado pelos estudantes e seu ambiente
Fonte: os autores.

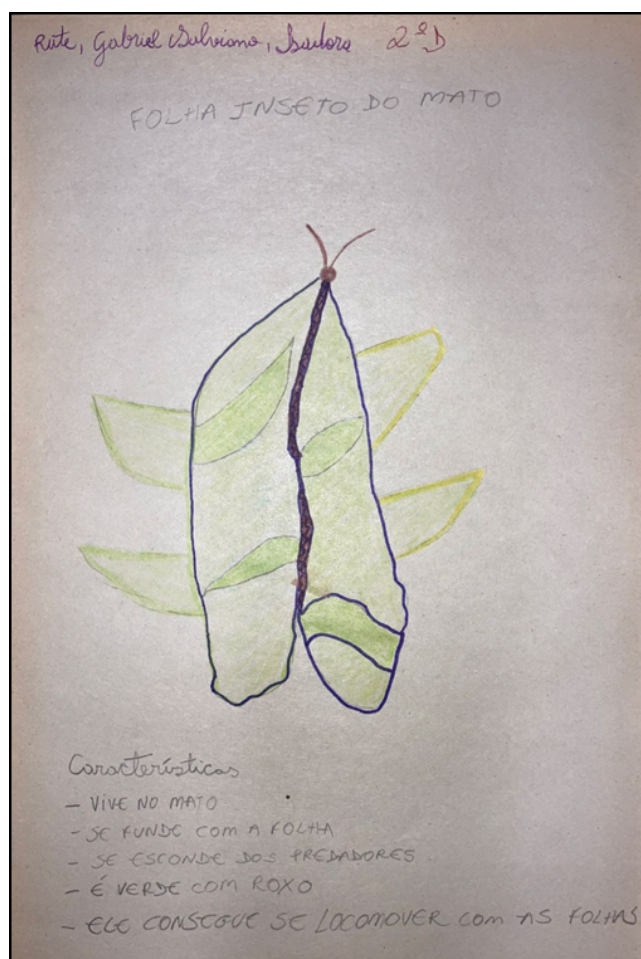


Figura 5: Animal criado pelos estudantes e seu ambiente
Fonte: os autores.

Vale citar que essa atividade foi baseada no texto “Cores e disfarces da natureza” (CARVALHO, 2010), que mostra diversos animais que se camuflam no ambiente e quais são

suas funções. O texto ficou disponível também para os estudantes.

Ainda, o acompanhamento da aprendizagem foi feito por meio de uma avaliação qualitativa, observando a participação e as respostas das perguntas feitas, bem como o desenvolvimento da atividade proposta. E ao final do bimestre, houve uma avaliação somativa, que incluiu outros conteúdos além do visto na SEI. Nesta avaliação priorizou-se questões objetivas com características gerais dos filos de animais.

V. CONCLUSÃO

A atividade investigativa pode ter algumas abordagens diferenciadas (CARVALHO, 2014), dentre as quais ressalta-se a demonstração investigativa, que foi utilizada aqui. Esse enfoque possui primeiramente a apresentação do problema e depois a investigação da questão, por meio de observações, análises e argumentos, a fim de elaborar uma explicação (MOURÃO; SALES, 2018).

Durante a aplicação da SEI, observou-se maior engajamento e motivação dos estudantes em comparação com atividades tradicionais baseadas em perguntas e respostas, por exemplo. Contudo, identificou-se um grupo com baixa adesão espontânea, cujo envolvimento ocorreu predominantemente em função da avaliação somativa associada à atividade. Porém, comparando com as atividades “tradicionais”, foram poucos os que não se envolveram. E também pode-se notar que houve mais empenho na discussão oral e na busca por respostas do que na finalização da SEI com uma atividade escrita.

Vale mencionar que há uma interdisciplinaridade envolvida com outros assuntos vistos em biologia, geografia e química, em que os estudantes precisam compreender a diversidade de vida na Terra e como isso impacta na sobrevivência, ou não, dos seres vivos. Os discentes também devem ser capazes de elaborar hipóteses para interpretar modelos explicativos. Todo este tema está previsto nos objetivos do Currículo em Movimento do Distrito Federal (BRASÍLIA, 2020) e nas habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018). E desta forma, os estudantes foram capazes de elaborar as hipóteses acerca da camuflagem dos animais e de sua relação evolutiva a partir da questão-problema inicial.

É importante ressaltar a relevância dos debates para o aperfeiçoamento reflexivo e progresso mental (SASSERON, 2015). O ato de discutir um conceito científico entre os pares traz muita troca de conhecimento e suporte teórico para sistematização das ideias (SASSERON, 2013), algo que provavelmente não aconteceria se os estudantes estivessem sozinhos apenas ouvindo o docente explicar. Assim, o momento de discussão é extremamente relevante para consolidar a aprendizagem.

A ação de inventar um animal e seu nicho ecológico estimulou a criatividade e a capacidade de formulação de hipóteses científicas, como pode ser visto nas figuras 1, 2, 3, 4 e 5. O que corrobora com o objetivo do Currículo em Movimento do Distrito Federal do Novo Ensino Médio (BRASÍLIA, 2020) para o tema de Matéria e Energia, bem como com uma habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018):

“CN01FG Compreender o método científico como ferramenta do processo de construção e evolução do conhecimento humano, para aplicá-lo em situações cotidianas, científicas, socioeconômi-

cas e tecnológicas que exijam o reconhecimento de padrões de regularidade.”

“(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.”

Na aula expositiva, muitos conceitos já haviam sido incorporados. Nesta fase, alguns objetivos previstos no Currículo em Movimento do Distrito Federal do Novo Ensino Médio (BRASÍLIA, 2020) em Vida e Evolução e Terra e Universo foram alcançados:

“CN27FG Compreender a diversidade de vida na Terra, suas formas de manifestação, organização e a importância da interação entre os seres vivos em suas relações ecológicas, bem como seus usos como fonte de recursos, alimento, matéria-prima médica e biotecnológica, seus potenciais malefícios e a necessidade de manutenção do equilíbrio ambiental.

CN36FG Utilizar evidências científicas sobre as características fundamentais comuns dos seres vivos, seus níveis de organização e suas interações com o ambiente para respaldar argumentos em favor da origem, evolução e diversificação da vida.”

Durante o momento de criação do animal, feito em dupla ou trio, também havia discussões entre os estudantes, o que tornava mais enriquecedora a construção do conhecimento. Além disso, mostrar as propostas aos colegas é uma condição para aperfeiçoar ou questionar as ideias em formação (SASSERON, 2013).

Assim, pode-se afirmar que, a metodologia aplicada nesta turma englobou mais sentido e significado acerca dos conceitos que eram o objetivo da aula, pois, segundo Darroz (2018), é um sinal desse sucesso a forma como os estudantes foram capazes de transmitir os conhecimentos adquiridos para outras situações práticas (como a criação de um animal). Além disso, após verificação das atividades escritas e durante a discussão oral com os estudantes, foi possível perceber que houve transformação no domínio cognitivo a respeito dos temas trabalhados.

Após toda a implementação dessa SEI, pode-se dizer que as seguintes habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) também foram aprimoradas:

“(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em

diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.”

Além disso, toda essa proposta de SEI também está alinhada com a alfabetização científica, em que foram desenvolvidas algumas habilidades, como a compreensão de termos científicos e sua aplicação no cotidiano; a ciência como estrutura de mudança na sociedade e suas implicações éticas; a compreensão da integração e das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (SASSERON, 2013).

Nesse sentido, o âmbito social em que vivemos necessita de outra abordagem de ensino, pois os valores e as atitudes contemporâneos visam reduzir a distância entre Educação e Sociedade (SEGURA; KALHIL, 2015), para que os estudantes sejam sujeitos críticos e reflexivos capazes de utilizar de suas competências para resolver demandas da vida cotidiana.

Nesse contexto, o ensino para o mundo moderno precisa levar em consideração o desenvolvimento de conhecimentos atitudinais e metodológicos e não apenas conceituais, pois não adianta reter fatos se não se sabe como utilizá-los para o desenvolvimento da sociedade (SEGURA; KALHIL, 2015).

Assim, o conhecimento científico não pode mais ser apenas uma lista de conteúdo a ser seguida, mas precisa proporcionar ao estudante as etapas próprias do “fazer ciência”, como: investigação, discussão e publicação de resultados (SASSERON, 2013). E para tal, a motivação do estudante é primordial para o desenvolvimento da aprendizagem de uma forma adequada. Por isso, é importante considerar este aspecto ao proporcionar determinados métodos de ensino (SEGURA; KALHIL, 2015). Vale ressaltar que durante o desenvolvimento de uma SEI, os estudantes também aperfeiçoam suas argumentações dialógicas, pois tanto ao fazer a atividade escrita quanto ao discutir com seus pares, eles elaboram argumentos válidos (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

E esse tipo de abordagem envolve também uma forma de repensar a avaliação, em que discentes e docentes são colaboradores na modificação da realidade (BRASIL; KALHIL; COSTA, 2022). Assim, uma aprendizagem de fato acontece quando ambos os envolvidos conseguem trazer um significado e significância para aquele tema.

Vale ressaltar a importância também das aulas expositivas. Pois elas podem ser a primeira fonte de conhecimento dos estudantes. Claro que é discutível a supremacia deste método em relação aos outros e a forma de utilização, muitas vezes com memorização de informações do livro didático (MALAFAIA; BÁRBARA; RODRIGUES, 2010).

É notável também, a partir da implementação dessa SEI, que surge a necessidade de modificação da forma de ensino-aprendizagem em todo o contexto educacional para que os estudantes também possam mudar seu modo de resolução de problemas. E assim, se aproximarem da prática científica (MUNFORD; LIMA, 2007).

Dessa maneira, analisando todo o desenvolvimento da SEI, pode-se concluir que os estudantes se envolveram bastante ao realizar a atividade. Porém, por ter sido uma primeira atividade investigativa, eles ainda não consideraram a relevância do registro escrito. Contudo, com mais exercícios desse tipo, eles podem se fascinar com a resolução de um

problema. Destaca-se a importância de aplicar essa metodologia na turma, por um período maior e com outras temáticas, para observar de fato os impactos desse tipo de metodologia no contexto de ensino-aprendizagem.

Para uma execução futura, havendo a possibilidade de fazer uma saída de campo e os estudantes poderem analisar o ambiente, procurando insetos camuflados, escrevendo e desenhando em um relatório sobre a atividade prática, a compreensão do assunto poderá ser mais eficiente e prazerosa. Pois, aulas práticas com a interação direta com os seres vivos e as relações ecológicas presentes podem ser muito úteis para a formação da alfabetização científica do estudante, em que ele poderá relacionar suas hipóteses e seus resultados de forma tangível (MALAFAIA; BÁRBARA; RODRIGUES, 2010).

REFERÊNCIAS

- BRASIL, M. d. E. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: [s.n.], 2018. 600 p. 46, 47
- BRASIL, T. L. D. S.; KALHIL, J. D. B.; COSTA, L. G. d. Aprendizagem significativa: desafios da avaliação no ensino de ciências. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 10, n. 1, p. e22018–e22018, 2022. 48
- BRASÍLIA, S. d. E. d. E. d. D. F. *Currículo em Movimento do Distrito Federal: Novo Ensino Médio*. Brasília: [s.n.], 2020. 208 p. 46, 47
- BRITO, B. W. d. C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, E. d. S. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de ciências e biologia. *Revista Vivências em Ensino de Ciências*, v. 2, n. 1, 2018. 37, 38
- BRITO, L. O. d.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 1, p. 123–146, 2016. 40
- CARVALHO, A. M. P. d. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. d. (Ed.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 38, 39
- CARVALHO, A. M. P. d. *Calor e temperatura*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 46
- CARVALHO, R.; CARVALHO, P. d.; MIRANDA, S. O ensino de ciências por investigação à luz da aprendizagem significativa. *Enciclopédia Biosfera*, v. 18, n. 35, 2021. 42
- CARVALHO, R. A. d. Cores e disfarces da natureza. *Ciência Hoje das Crianças*, n. 210, 2010. 41, 45
- DARROZ, L. M. Aprendizagem significativa: a teoria de david ausubel. *Revista Espaço Pedagógico*, v. 25, n. 2, p. 576–580, 2018. 37, 47
- DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D. d.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de biologia e contextualização do conteúdo: Quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 1, p. 259–272, 2018. 37, 38, 39

- FERREIRA, L. H.; MATEUS, P. G.; MORETTI, A. A. d. S. A teoria da aprendizagem significativa em pesquisas na área de ensino de ciências da natureza: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Espaço Pedagógico*, v. 29, n. 2, p. 444–468, 2022. 39, 41
- MALAFAIA, G.; BÁRBARA, V. F.; RODRIGUES, A. S. d. L. Análise das concepções e opiniões de discentes sobre o ensino da biologia. *Revista Eletrônica de Educação*, v. 4, n. 2, p. 165–182, 2010. 38, 42, 48, 49
- MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 5. ed. São Paulo: [s.n.], 2003. 40
- MOREIRA, M. A. Linguagem e aprendizagem significativa. In: *Conferência de encerramento do IV Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa*. Maragogi, AL, Brasil: [s.n.], 2003. 39
- MOURÃO, M. F.; SALES, G. L. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de física. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, p. 428–440, 2018. 46
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. d. C. e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 9, n. 1, p. 89–111, 2007. 39, 40, 48
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. *Caderno de pesquisa em administração*, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1–5, 1996. 40
- OLIVEIRA, C. L. d. Um apanhado teórico-conceitual sobre a pesquisa qualitativa: tipos, técnicas e características. *Travessias*, v. 2, n. 3, p. e3122–e3122, 2008. 40
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. d. (Ed.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 46, 47, 48
- 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, p. 49–67, 2015. 37, 38, 40, 46
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. d. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333–352, dec 2008. 38
- SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de biologia por investigação. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 25–41, 2018. 37, 38, 41
- SEGURA, E.; KALHIL, J. B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de ciências. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, v. 3, n. 1, p. 87–98, 2015. 37, 38, 48
- SILVA, A. L. S. d.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade experimental problematizada (aep) como uma estratégia pedagógica para o ensino de ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 5, p. 177–195, 2017. 39, 40

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 17, p. 97–114, 2015. 37, 40, 42, 48

VIEIRA, F. A. d. C. *Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino*. 197 p. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012. 40



MULHERES NA CIÊNCIA: INSPIRANDO A NOVA GERAÇÃO DE CIENTISTAS DO ENSINO MÉDIO

WOMEN IN SCIENCE: INSPIRING THE NEXT GENERATION OF HIGH SCHOOL SCIENTISTS

ANA PAULA LIMA DA SILVA *

Universidade de Brasília – UnB

Resumo

O presente artigo tem como objetivo relatar histórias de mulheres que contribuíram para a evolução das ciências, enfatizando a presença delas no cenário científico da física, da química, da matemática e da biologia, enfrentando a barreira do machismo estrutural. Abordando a temática no ensino médio, objetivando oferecer um espaço de discussão, resgate, aprendizado e integração para aproximar as meninas do universo das ciências, ampliando seu interesse por essas áreas. Mediante isso, o presente trabalho abordará a história das mulheres na ciência e um plano de aula de cunho investigativo, tendo a verificativa com alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma instituição privada situada em Águas Lindas de Goiás, que procurou promover de modo mais dinâmico e ativo. Diante dos resultados coletados mediante a execução da atividade, foi possível verificar que os discentes assimilaram a importância e a necessidade de abordar a temática em sala de aula. Além disso, conseguiu indicar, a partir do autorreconhecimento, a motivação e crença de sucesso em seguir carreiras científicas por parte de algumas alunas.

Palavras-chave: Ciências. Mulheres nas ciências. Autorreconhecimento. Representatividade. Educação.

Abstract

This article aims to tell stories of women who contributed to the evolution of science, emphasizing their presence in the scientific scenario of physics, chemistry, mathematics and biology, facing the barrier of structural machismo. Addressing the theme in high school, aiming to offer a space for discussion, recovery, learning and integration to bring girls closer to the world of science, expanding their interest in these areas. Therefore, this work will address the history of women in science and a lesson plan of an investigative nature, having verification with students from the 1st year of high school at a private institution located in Águas Lindas de Goiás, which sought to promote more dynamic and active. Given the results collected through the execution of the activity, it was possible to verify that the students assimilated the importance and need to address

*anapaulaa15silva@gmail.com

the topic in the classroom. Furthermore, it was able to indicate, based on self-recognition, the motivation and belief of success in pursuing scientific careers on the part of some students.

Keywords: *Sciences. Women in science. Self-recognition. Representativeness. Education.*

I. INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências vem sendo evidenciado como uma nova perspectiva que contribui para um cenário mais amplo do conhecimento, de maneira a proporcionar uma melhor compreensão do mundo através de conhecimentos significativos para a vida dos discentes.

Entretanto, ao longo da história das ciências, é notável a presença significativa de homens em comparação com mulheres. Isso não se deve à falta de contribuições femininas em diversas pesquisas, mas sim à sub-representação dos trabalhos realizados por mulheres na literatura científica. Atualmente, é possível encontrar relatos que mostram que a participação feminina foi muito mais ativa no mundo das ciências, com contribuições importantes nas diferentes áreas.

Muitos estudantes brasileiros carregam visões estereotipadas dos cientistas. É comum que os vejam como inventores que realizam experimentos extraordinários com resultados inesperados, sendo frequentemente retratados como homens com traços de loucura, despreocupados com a aparência, despenteados e geralmente em laboratórios, vestindo jalecos (Kosminsky & Giordan, 2002; Reis, Rodrigues & Santos, 2006; Silva et al., 2015). Além disso, muitos estudantes imaginam os cientistas como homens extremamente inteligentes, dedicados, verdadeiros prodígios que trabalham sozinhos e fazem descobertas impressionantes (Simões & Simões, 2009; Zanon & Machado, 2013). Pesquisas realizadas por Kosminsky & Giordan (2002), Reis, Rodrigues & Santos (2006) e Zanon & Machado (2013) também destacam que raramente os cientistas são vistos como mulheres.

Logo, fica evidente a necessidade de iniciativas educacionais que desfaçam os padrões pré-determinados que limitam as oportunidades de certas profissões para as mulheres. E, uma forma de mudar essa realidade é resgatando as personagens invisíveis que tiveram sua trajetória negligenciada em detrimento dos ditos grandes cientistas.

Consequentemente, a prática docente em Matemática, Física, Química e Biologia, permitem pôr em ação estratégias de ensino que evidenciam essas mulheres por meio de metodologias que podem ser experimentados em diversas formas e perspectivas.

Sendo assim, o ensino de ciências por investigação pode ser uma alternativa importante para diminuir essas imagens erradas sobre a ciência e os cientistas. Para Azevedo (2006), ao realizarem aulas investigativas, os estudantes irão entender que o conhecimento é construído, não é linear, não é formado por etapas rígidas e inflexíveis. Sendo assim, o presente estudo aplicou uma sequência didática baseada em aulas investigativas para alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma instituição privada, localizada em Águas Lindas de Goiás.

Portanto, a partir da referida iniciativa, o estudo procurou viabilizar o entendimento da importância das mulheres na ciência, tendo em vista que, a temática está vinculada diretamente aos conteúdos programáticos do Ensino Médio de modo interdisciplinar, e que, são desconhecidos e/ou desconsiderados por maioria dos estudantes.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A ciência, assim como as manifestações políticas, sociais e culturais, não estabelece normas de forma isolada, mas reflete a centralização de interesses históricos, econômicos e ideológicos. As motivações, declarações e concepções do discurso científico evidenciam padrões de identidade que marginalizaram e excluíram grupos culturais fora desses parâmetros. Em perspectiva histórica, conforme argumenta Harding (2019), essa tradição excludente remonta a períodos anteriores, mesmo contradizendo a necessidade de ruptura com paradigmas, como exemplificado na Revolução Iluminista, que, embora reivindicasse mudanças no status quo, não contemplava as mulheres.

[...] a concepção iluminista explicitamente negava que as mulheres possuíssem racionalidade e capacidade de observação desapassionada e objetiva exigidas pelo pensamento científico. As mulheres podiam ser objeto da razão e da observação masculinas, mas nunca seus sujeitos, jamais poderiam ser mentes humanas reflexivas e universalizantes. Somente os homens eram vistos como formuladores ideais de conhecimento; e, entre eles, apenas os que pertenciam à classe, raça e cultura corretas eram vistos como detentores da capacidade inata para o raciocínio e a observação socialmente transcendentais. (HARDING, 2019, p. 104).

O acesso desigual das mulheres à esfera científica já era mapeado por Harding em 1996, o autor destacou duas dimensões interrelacionadas que perpetuam essa situação. A dimensão horizontal refere-se à segregação de áreas do conhecimento em campos considerados "femininos" ou "masculinos", com predominância feminina em áreas de menor prestígio. Já a dimensão vertical, representada pelo "teto de vidro", aborda a exclusão das mulheres de posições de destaque na carreira científica, sendo esse termo uma metáfora para a invisibilidade das barreiras que dificultam sua ascensão profissional.

No Brasil, a história das principais instituições científicas reflete essa realidade. A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), fundada em 1948, teve sua primeira mulher presidente, Carolina Bori, apenas em 1987, quase quatro décadas após sua criação. Desde então, outras duas mulheres ocuparam o cargo: Glaci Zancan (1999-2003) e Helena Nader (2011-2017). Na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fundada em 1952, apenas duas mulheres exerceram a presidência, enquanto a Sociedade Brasileira de Física (SBF) jamais teve uma mulher em sua liderança.

Conforme dados da UNESCO (2015), as mulheres constituem apenas 28

Esse cenário é incompatível com os padrões democráticos e civilizatórios, evidenciando o atraso e a ineficácia das políticas públicas e das ações institucionais no enfrentamento da desigualdade de gênero na ciência. Tal disparidade é resultante de fatores como estereótipos de gênero, preconceitos, discriminação e falta de representatividade e incentivos. Desde cedo, meninas são desencorajadas a ingressar em carreiras científicas ou tecnológicas, o que limita suas escolhas e oportunidades profissionais.

As visões deturpadas que a maioria dos estudantes possui sobre os cientistas podem ser explicadas por diversos fatores. De acordo com Reis, Rodrigues e Santos (2006), essas percepções derivam, em grande parte, da mídia, como desenhos animados, filmes, histórias

em quadrinhos e telejornais, além da ausência de discussões sobre a epistemologia da ciência em sala de aula. Logo, Silva et al. (2015) apontam que essas distorções também são consequência de um ensino de ciências centrado na transmissão de conceitos prontos, tratados como verdades absolutas, sem espaço para debates reflexivos. Ademais, Zanon e Machado (2013) reforçam que a falta de reflexões realizadas pelos docentes sobre a construção do conhecimento científico contribui para que os estudantes construam concepções equivocadas sobre a ciência e seus protagonistas.

É importante enfatizar que a contribuição feminina para a ciência precede a existência do Dia Internacional da Mulher e os movimentos feministas. Desde a década de 1970, quando a posição das mulheres na ciência começou a ganhar destaque, diversas pesquisadoras têm buscado compreender e evidenciar a invisibilidade histórica das mulheres na ciência, demonstrando que elas também foram e são sujeitas ativas nesse campo. Exemplos como Hipátia de Alexandria (370-415 d.C.), que destacou-se como matemática, astrônoma e filósofa, preservando e ampliando o legado da ciência alexandrina. Marie Curie (1867-1934), pioneira no estudo da radioatividade, foi a primeira mulher a receber o Prêmio Nobel e a única a ser laureada em duas áreas distintas. Lise Meitner (1878-1968) contribuiu para a descoberta da fissão nuclear, mas recusou-se a trabalhar no desenvolvimento de armas nucleares. Rosalind Franklin (1920-1958) desempenhou papel crucial na descoberta da estrutura do DNA, além de realizar importantes pesquisas sobre a estrutura de vírus. No Brasil, Yolande Monteux foi a primeira mulher a se formar em Física na USP, em 1937, e Sonia Guimarães tornou-se a primeira mulher negra doutora em Física no país, em 1989, e uma das pioneiras na inserção feminina no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Logo, é evidente que a trajetória dessas mulheres evidencia que, embora excepcionais, suas conquistas foram possíveis devido a fatores como acesso à educação e suporte de seus contextos sociais, muitas vezes restritos às elites. Nesse sentido, Marta García e Eulalia Pérez Sedeño (2006) alertam para o "efeito Curie", que pode reforçar a ideia de que apenas mulheres excepcionais podem ingressar nas ciências, em vez de inspirar uma inclusão mais ampla. A crítica feminista à ciência denuncia o caráter androcêntrico e sexista da história do conhecimento, que tradicionalmente privilegiou o homem branco, ocidental e de classe média como sujeito do saber.

Diante desse contexto, é essencial estabelecer políticas públicas que reconheçam as especificidades e barreiras enfrentadas pelas mulheres, promovendo ações que garantam acesso, liderança e influência no campo científico. Além disso, estratégias pedagógicas, como o ensino por investigação, podem favorecer uma abordagem inclusiva e participativa. Segundo Azevedo (2004),

[...] O papel do professor é o de construir com os alunos essa passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno. Sendo assim, o Ensino de Ciência por Investigação torna-se um grande aliado na construção do conhecimento científico, onde professores e alunos são protagonistas da relação de ensino e aprendizado.

Sendo assim, a investigação em sala de aula vai além da simples manipulação ou observação. Envolve reflexões e discussões que permitem aos alunos relacionarem o conhecimento científico com o mundo ao seu redor, desenvolvendo habilidades críticas e

criativas. Assim, a prática investigativa promove a participação ativa dos alunos, que se tornam protagonistas na construção do conhecimento.

III. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa empregada neste trabalho é do tipo qualitativa e bibliográfica. Qualitativa porque fundamenta uma relação dinâmica, particular, contextual e temporal entre o pesquisador e o objeto de estudo (Gil, 2002). E bibliográfica por proporcionar maior familiaridade com o problema, com objetivo de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, por meio do aprimoramento de ideias.

Tendo em vista a importância que o tema possui para a sociedade atual, a atividade *Mulheres na Ciências Inspirando a nova geração de Cientistas no ensino médio*, terá como base o ensino por investigação científica, que possui como ênfase ampliar a capacidade dos estudantes de investigar a realidade, compreendendo, valorizando e aplicando o conhecimento sistematizado a partir de três objetivos centrais, citados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

1. Aprofundar conceitos fundantes das ciências para a interpretação de ideias, fenômenos e processos;
2. Ampliar habilidades relacionadas ao pensar e fazer científico;
3. Utilizar esses conceitos e habilidades em procedimentos de investigação voltados à compreensão e enfrentamento de situações cotidianas, com proposição de intervenções que considerem o desenvolvimento local e a melhoria da qualidade de vida da comunidade (BRASIL, 2018, p. 2).

Logo, a introdução dessa abordagem no ambiente escolar, segundo Muline (2018), amplia as possibilidades de aprendizagem, permitindo que os discentes não apenas desenvolvam a alfabetização científica por meio da prática experimental, mas também enriqueçam seu vocabulário no decorrer do processo de alfabetização científica, que é abrangido por essa práxis. Nesse contexto, o docente assume uma função mediadora, transformando o ensino de ciências em uma prática integrada e contextualizada, eliminando divisões entre o conhecimento científico e a vivência cotidiana. Dessa forma, a ciência torna-se visível e aplicável ao olhar crítico e treinado do estudante em seu dia a dia, promovendo o desenvolvimento coletivo, social e, por fim, acadêmico-científico.

Dessa forma, a atividade proposta foi realizada com a turma da 1ª série do ensino médio, que possui 30 alunos, no turno matutino. A turma foi dividida em oito equipes abrangendo os seguintes subtemas: *Mulheres matemáticas*, *mulheres físicas*, *mulheres químicas* e *mulheres biólogas*.

Para que houvesse um melhor aproveitamento, a sequência didática utilizou quatro aulas de quarenta minutos e uma de vinte minutos, sendo o ponto de partida o questionamento, *Quais mulheres cientistas vocês já ouviram falar ou estudaram sobre até o momento?*, iniciando assim um debate e seguindo para a leitura de um texto em conjunto, *A ciência das mulheres*, disponível no site Nova Escola. Vale destacar que, de acordo com Universia (2015), o debate, enquanto metodologia docente, contribui significativamente para o desenvolvimento de estudantes que apresentam receio de exposição pública, configurando-se, dessa forma, como uma abordagem com relevantes implicações no âmbito social.

Na segunda aula de aplicação, foi realizado o sorteio do tema de cada grupo, sendo que, ficou tendo dois grupos abordando a mesma temática, a solicitação da atividade foi: Aborde entre duas e três mulheres que atuaram na área selecionada, pouco conhecidas e/ou desconhecidas, de modo criativo. Foram aceitos vídeos (mínimo três minutos de duração), podcasts, minidocumentários e apresentações diferenciadas em sala de aula, ficando a critério da equipe. As outras duas aulas foram para as apresentações e feedbacks para aperfeiçoamentos e correções, caso houvesse necessidade.

Por fim, é importante ressaltar que a avaliação foi realizada por meio de análise do quanto os estudantes conseguiram executar o que estava sendo proposto. Desta forma, os discentes e o processo foram avaliados por meio da participação em cada aula e por meio do produto, correspondente à reportagem escrita. Além disto, no fechamento da sequência didática, os alunos realizaram relatos orais sobre a experiência vivida no decorrer da elaboração da atividade.

IV. RELATO DE EXPERIÊNCIA

A atividade, Mulheres na Ciência - Inspirando a nova geração de Cientistas no ensino médio, foi desenvolvida no Colégio Filos, uma instituição particular em Águas Lindas de Goiás. Sua execução ocorreu em decorrência do dia das mulheres, devido a data, cada turma deveria apresentar um projeto no final do mês de março com auxílio do seu conselheiro.

A turma a qual fiquei responsável foi a da 1ª série do ensino médio matutino, que possui 30 alunos, como no período eu ministrava aula de matemática, física e química, para a turma, levei a proposta para eles de apresentarmos sobre as mulheres atuantes na Ciência. Apresentei a justificativa para eles em forma de um debate, coloquei a turma em roda e indaguei Quais mulheres cientistas vocês já ouviram falar ou estudaram sobre?. Algumas das respostas foram:

- Não lembro de ter estudado sobre nenhuma mulher nas aulas de ciência.
- E alguma mulher fez algo importante na matemática?
- Mulheres nem podiam estudar, como elas teriam participado nessa área antes?
- Conheço só a Marie Curie, vi o filme dela na Netflix.
- Também conheço só a Curie, porque a senhora falou na aula.
- E tem mulher na Física? Sei que hoje tem, mas antes tinha?
- Eu não lembro o nome da mulher, mas sei que uma ajudou no tempo da COVID, não foi? Ela se enquadra?

A partir das respostas obtidas, levantei novos questionamentos, como:

- Por que vocês acham que as mulheres na ciência são menos conhecidas do que os homens?

- Como o estereótipo de que certas áreas (como ciências exatas) são mais para homens pode afetar as escolhas profissionais das mulheres?
- Vocês acham que existe alguma diferença entre as conquistas das mulheres na ciência e nas outras áreas, como arte ou literatura? Por quê?
- Vocês acham que hoje em dia as mulheres têm as mesmas oportunidades que os homens para seguir carreiras científicas? Por quê?

As respostas seguiram um padrão, a maioria dos alunos presentes na turma, afirmaram que a área de exatas, em si, é sim um ambiente masculino desde o início da ciência, e que, provavelmente, como para terem seus estudos publicados era necessário um homem, as mulheres acabavam ficando em segundo plano. Nisso, por não se sentirem representadas e perceberem que os direitos não são os mesmos, foi diminuindo o número de mulheres cientistas. E que hoje, isso segue acontecendo por falta de representatividade.

Dando continuidade, foi apresentado um texto para a turma, tendo como objetivo apresentar uma cronologia com algumas mulheres que tiveram grandes atuações no decorrer dos séculos na Ciência (Figura I).



Figura 1: Cronologia A ciência das mulheres - Nova Escola. Disponível em: <https://box.novaescola.org.br/etapa/2/educacao-fundamental-1/caixa/261/a-ciencia-das-mulheres/conteudo/20212>.

Para encerrar a aula, a turma foi dividida em oito equipes abrangendo os seguintes subtemas: Mulheres matemáticas, mulheres físicas, mulheres químicas e mulheres biólogas.

É importante destacar que, quatro equipes tiveram cinco integrantes, três formaram trios e uma aluna optou por fazer sozinha. Em seguida, expliquei que cada grupo deveria abordar duas mulheres do subtema que ficou de modo criativo, logo, as apresentações poderiam ser em forma de vídeo, podcast, entrevistas e/ou de uma outra maneira que tornaria o conteúdo atrativo para o público das outras salas.

Na segunda semana do projeto Mulheres na Ciência, iniciou-se com os grupos apresentando a proposta de como iriam realizar a atividade. Nesse momento as equipes se dividiram na sala para debaterem sobre essa elaboração. As propostas foram:

- Grupo I - Mulheres na biologia: Jornal da Ciência
- Grupo II - Mulheres na química: Entrevista pela escola
- Grupo III - Mulheres na física: Podcast - Ciência Cat
- Grupo IV - Mulheres na matemática: Documentário na netflix
- Grupo V - Mulheres na química: Game Show
- Grupo VI - Mulheres na física: Show de stand up
- Grupo VII - Mulheres na matemática: Debate interativo
- Grupo VIII - Mulheres na biologia: Vídeo animado para no YouTube

Os alunos elaboraram um esboço de como seria realizado e quanto tempo, máximo, iriam necessitar. É importante ressaltar que, foi limitado a eles uma apresentação de, no mínimo, cinco minutos. Outro ponto que é importante ressaltar é que, durante a organização das apresentações, somente eu ficava sabendo das propostas, circulando entre os grupos e ajudando quando solicitada por eles. O objetivo é que não fossem apresentações iguais, já que, internamente, eles estavam competindo para ver quem seria o grupo mais criativo.

Já terceira semana do projeto, tivemos apenas vinte minutos para falarmos sobre como estavam indo as pesquisas, pois os alunos estavam em semana de teste e era preciso revisar algumas fórmulas e conceitos. Nesse curto tempo, alguns grupos relataram que estavam com dificuldade de encontrar pesquisas e vídeos interessantes sobre mulheres cientistas, que a maioria era muito grande e/ou apresentava uma linguagem difícil, que dava preguiça de ler e/ou assistir. Indiquei para eles alguns sites e revistas que apresentavam uma linguagem mais acessível, por isso, enviei para a representante os links, que os enviou no grupo da sala.

Os links compartilhados foram:

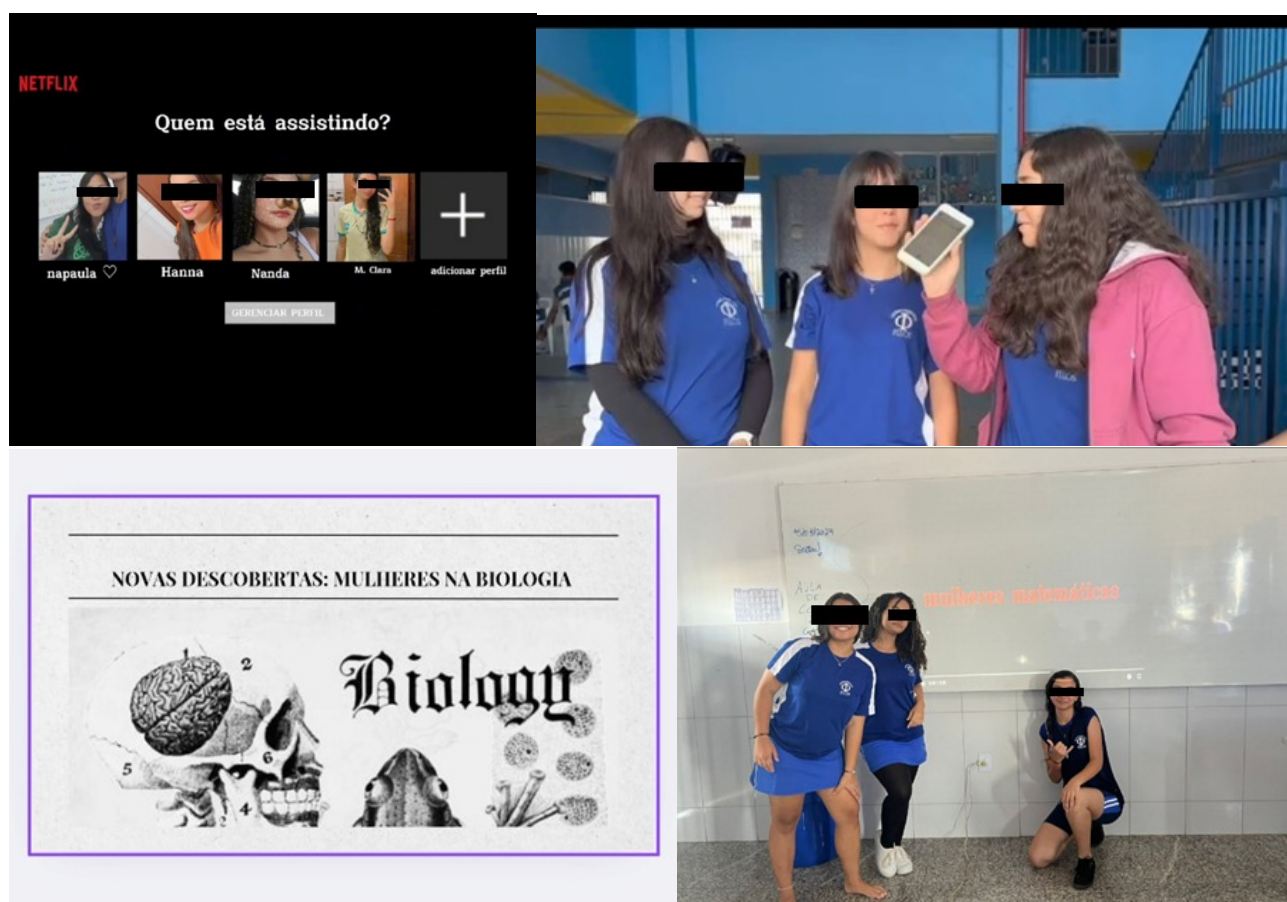
- Mulheres na ciência: conheça 8 cientistas que fizeram história: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2023/02/mulheres-na-ciencia-conheca-8-cientistas-que-fizeram-historia>>
- Revista Mulheres na Ciência - 3ª edição: <https://www.britishcouncil.org.br/sites/default/files/revista_mulheres_na_ciencia_-_edicao_3_-_double_page_view.pdf>

- Mulheres Fantásticas: <<https://g1.globo.com/fantastico/quadros/mulheres-fantasticas/>>
- Matemáticas que você deveria conhecer: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=5Lg3ZNY2_jI>

É de suma importância destacar que, os materiais indicados apenas relatam curtas bibliografias sobre diversas mulheres cientistas, abordam de modo mais visual e com uma linguagem mais simplificada. Logo, é apenas um caminho para que os alunos se aprofundem nas histórias que acharem mais interessante, instigando a curiosidade deles para que os materiais, que eles mesmo criticam, tornem-se mais atrativos.

Finalmente chegamos ao grande dia das apresentações, os estudantes estavam bem ansiosos por esse momento. No início da aula, eles tiveram direito a dez minutos para se arrumarem, alguns alunos trocaram de roupa para entrarem no personagem. E em seguida, demos início, sendo importante destacar que não houve uma sequência padronizada, os grupos foram indo espontaneamente.

As apresentações foram bem criativas, os alunos conseguiram atingir o objetivo da proposta, que era sensibilizar a turma para a importância da diversidade na produção científica e destacar a relevância da participação feminina ao longo da história e na atualidade. O mais incrível foi ver como eles conseguiram transmitir os conhecimentos adquiridos de uma forma que fosse atrativa para outros jovens. Abaixo, algumas imagens das apresentações:



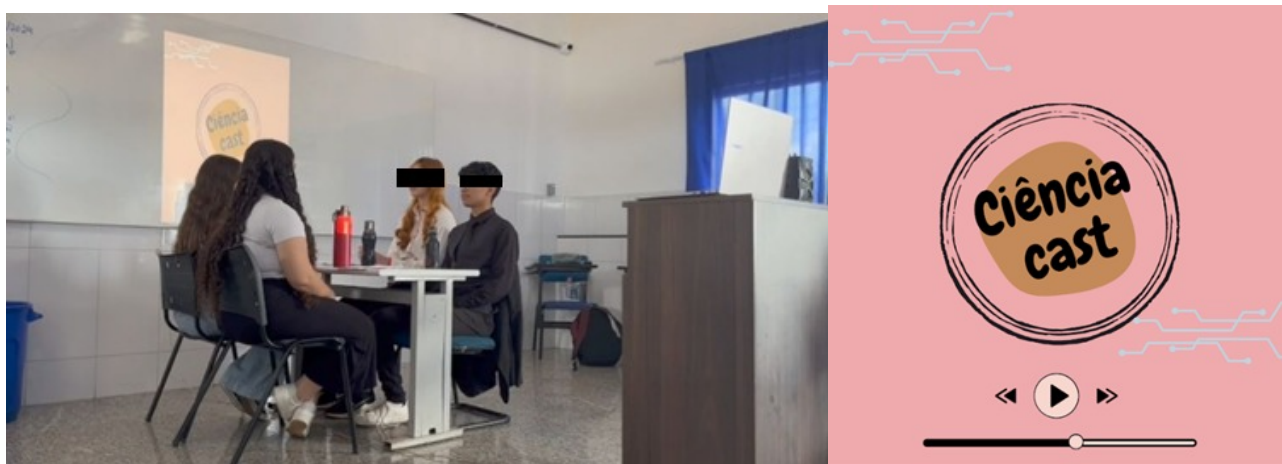


Figura 2: Fonte: Próprio autor

Como já havia citado, uma aluna enviou a apresentação dela no meu e-mail, pois não se sentia confortável em apresentar para turma ao vivo e nem gostaria que vissem o vídeo dela. E após assistir a produção, de 16 minutos, fiquei bem sentida, pois ficou muito bem trabalhada, seguem algumas imagens do vídeo dela:



Figura 3: Fonte: Próprio autor

Por fim, destaco que os alunos apresentaram suas escolhas de cientistas de um modo bibliográfico rico e criativo. Destaco que, muitas das apresentações em vídeo, tiveram edições que comprovam que os discentes se divertiram enquanto produziam o trabalho, o making-of comprova isso, é possível assistir alguns dos materiais produzidos acessando o link: <https://photos.app.goo.gl/NWyKJHQB3VSZLt66>. Ademais, apenas um grupo não apresentou de modo criativo, pois alegaram terem esquecido o dia da apresentação e que iriam apenas relatar o que lembravam de terem lido sobre mulheres na matemática.

A última semana relacionada ao projeto foi de análise das apresentações e roda de conversa. Os alunos tiveram a oportunidade de debaterem sobre as mulheres citadas na aula anterior, como Hipátia Alexandria, Katherine Johnson, Maria Laura Mouzinho, Marie Curie, Ada Lovelace, Bertha Lutz, Rosalind Frank, Marta Vannucci entre outras.

Para mediar a roda de conversa, os seguintes questionamentos foram pontuados:

- Por que essas mulheres chamaram mais a atenção de vocês?

- Pensaram em falar de outras, mas desistiram? Por quê?
- Foi simples obter informações sobre a vida e carreira dessas cientistas?
- Sua concepção sobre as seguintes perguntas, realizadas no início do nosso projeto, mudaram? Se sim, qual seria seu posicionamento atualmente?
- Vocês acham que existe alguma diferença entre as conquistas das mulheres na ciência e nas outras áreas, como arte ou literatura? Por quê?
- Vocês acham que hoje em dia as mulheres têm as mesmas oportunidades que os homens para seguir carreiras científicas? Por quê?
- Na opinião de vocês, como a ciência seria diferente se mais mulheres tivessem tido oportunidades iguais no passado?
- Vocês conseguem pensar em ações que poderiam ajudar a aumentar a representatividade feminina na ciência?
- Algum de vocês se interessa por alguma área científica? O que motiva vocês a seguir ou não seguir essa carreira?

As respostas foram diversas, mas a maioria emitiu certas respostas semelhantemente, seguem as falas que mais chamaram a minha atenção:

- Eu que escolhi falar sobre a Bertha no meu grupo, primeiro por ela ser brasileira, segundo por, além de ter colaborado com a catalogação de anfíbios, também lutou pelo direito das mulheres de votarem.
- Não vou mentir, meu grupo era pra falar sobre mulheres matemáticas, a Hipátia era uma das primeiras a ser citada, professora. Daí escolhemos ela, mas assim, quando fui decorar minha parte para produzir o vídeo/documentário, achei que ela foi uma mulher muito interessante, não gosto de matemática, mas entendo que ela faz parte do cotidiano, e é triste morrer por defender seus ideais. A senhora teria morrido na época dela também, certeza, professora.
- Sim, há muita diferença na forma que a história dos homens cientistas são contadas para as das mulheres, já começa na dificuldade para achar imagens, professora. Não tem fotos direito, as que têm, são porque apareceu em alguma matéria de jornal e olhe lá. Outro ponto, a maioria das cientistas têm pouco material aprofundado, é tudo bem resumido. Agora procura a vida do Einstein, aquele véi de cabelo branco, até no nosso livro tem uma página falando da vida dele.
- A única cientista que achei interessante, de todos os trabalhos, inclusive da minha apresentação, foi a Ada, por ser programadora. A maioria das meninas jogam bem mal, professora, a senhora joga, aliás? Então, nem imaginei que a primeira programadora da história tivesse sido uma mulher. Eu quero muito ser física, meu sonho é me especializar em Astronomia, professora. Mas se não der certo, penso em engenharia espacial.

Mediante as respostas, às interações e as produções dos alunos, ficou evidente que houve uma aprendizagem por meio da investigação científica, tendo em vista que, foi possível observar o engajamento ativo dos estudantes, desenvolvimento do pensamento crítico, capacidade de trabalhar em equipe e aplicação prática dos conhecimentos científicos. Além disso, houve uma autonomia no aprendizado, domínio de habilidades práticas e produção de conhecimento relevante, refletidos em apresentações fundamentadas e soluções criativas. Esses elementos contribuíram para maior interesse e motivação dos alunos em explorar temas científicos e sua aplicação no cotidiano.

V. CONCLUSÃO

Os resultados deste artigo indicam que as aulas investigativas, ao possibilitarem que os alunos percorressem as etapas de uma pesquisa científica, contribuíram para que eles se percebessem como cientistas. Essa experiência revelou-se importante para desmistificar visões estereotipadas sobre a construção do conhecimento científico e a figura do cientista. Assim, o ensino de Ciências por Investigação destaca-se como uma metodologia potencialmente eficaz no contexto escolar, pois pode ser implementado de forma coletiva e com baixo custo. Além disso, seus resultados são de fácil avaliação, uma vez que o progresso dos discentes pode ser observado e analisado durante todo o processo de aprendizagem. Esse formato, experimental ou não, promove o interesse deles, sobretudo porque o processo investigativo é iniciado por eles, fomentando seu engajamento nas aulas.

Ademais, a estratégia de ensino empregada também mostrou contribuir para reduzir o desinteresse pelas ciências, possivelmente associado à percepção da área/disciplina como um campo restrito a poucos. Ao envolver os estudantes ativamente na construção do conhecimento, a prática investigativa evidenciou que o trabalho científico é realizado por pessoas que enfrentam erros, dificuldades e desafios, o que torna a ciência mais acessível e humanizada. Esses achados sugerem que, ao percorrerem caminhos semelhantes aos trilhados por cientistas, os estudantes conseguem aproximar a ciência abordada em sala de aula daquela praticada na comunidade científica.

Por fim, a pesquisa revelou que, apesar das transformações sociais e da inserção das mulheres em diversos campos profissionais, muitos estudantes ainda veem a ciência como uma área predominantemente masculina. Isso reforça a necessidade de iniciativas que promovam a valorização da contribuição feminina na ciência, sendo essencial combater preconceitos e desigualdades de gênero que persistem nesse campo.

REFERÊNCIAS

APRENDE BRASIL. **26 - Mulheres cientistas: como a escola pode estimular meninas a atuarem em áreas ligadas às ciências exatas e à tecnologia?** 2024. Disponível em: <<https://aprendebrasil.com.br/podcasts/26-meninas-na-escola-hoje-mulheres-na-ciencia-amanha/>>. Acesso em: 11 jul. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **A mulher na ciência e tecnologia.** 2016.

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M.P. (Org.). **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004. p. 19-33.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais. 3º e 4º ciclos. Apresentação em Temas transversais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRITISH COUNCIL. **Revista Mulheres na Ciência**. São Paulo: British Council, 2019. Disponível em: <<https://www.britishcouncil.org.br>>. Acesso em: 15 jan. 2025.

CABRAL DE MOURA, J. A influência do ensino de ciências por investigação na visão de alunos do ensino fundamental sobre cientistas. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 2, 2018. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID484/v13_n2_a2018.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024.

PERNAMBUCO. Secretaria Executiva de Desenvolvimento da Educação. **Unidade Curricular: Investigação Científica**. 2023. Disponível em: <https://portal.educacao.pe.gov.br/wp-content/uploads/2023/08/Unidade-Curricular_Investigacao_Cientifica.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2025.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). **Dados e estatísticas da plataforma lattes**. jul. 2017.

FERREIRA DA SILVA, F. **Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde**. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande, 2012. Disponível em: <<https://ppgec.furg.br/images/stories/2.2012/teses/fabiane.pdf>>.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MELO, H. P. de; RODRIGUES, L. M.C.S. **Pioneiras da Ciência do Brasil**. SBPC, 2006.

O ensino por investigação como estratégia de ensino da temática sexualidade para adolescentes de uma unidade de internação socioeducativa. Monografia, Belo Horizonte. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AGSGHF/1/monografia_final_para_impress_o.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões sobre Ciências e sobre o Cientista entre Estudantes do Ensino Médio. **Química nova na escola**, v. 15, p. 11-18, 2002.

ATOMIC HERITAGE FOUNDATION. **Lise Meitner**. Disponível em: <<https://ahf-nuclearmuseum-org.translate.goog/ahf/profile/lise-meitner/>>. Acesso em: 15 jan. 2025.

LINO, Tayane Rogeria; MAYORGA, Cláudia. As mulheres como sujeitos da ciência: uma análise da participação das mulheres na ciência moderna. **Saúde & Transformação Social/Health & Social Change**, v. 7, n. 3, p. 96-107, 2016.

CORTES, Mariane Rodrigues. **Mulher na ciência: “Ciência também é coisa de mulher!”**. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/5991/Mariane%20Rodrigues%20Cortes.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 15 jan. 2025.

MUSEU DO AMANHÃ. **Meninas Na Escola, Mulheres Na Ciência: Ferramentas Para Professores Da Educação Básica**. s.d. Disponível em: <https://museudoamanha.org.br/sites/default/files/DIGITAL_MDA_SHELL.pdf>.

NOVA ESCOLA. **Nova Escola Box | Da Antiguidade a 2020, uma linha do tempo para mostrar que a ciência também é delas**. Disponível em: <<https://box.novaescola.org.br/etapa/2/educacao-fundamental-1/caixa/261/a-ciencia-das-mulheres/conteudo/20212>>. Acesso em: 14 jan. 2025.

PLATAFORMA LATTES. **Currículo Lattes de Amélia Império Hamburger**. 2017.

XAVIER, Rayane Jardim. **O Ensino De Ciências Por Investigação: Conceitos E Práticas**. Instituto Federal Do Espírito Santo - Campus Itapina. Disponível em: <<https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2328/Xavier%2C%20Rayane%20Jardim.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2025.

REIS, P.; RODRIGUES, S.; SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 5, n. 1, p. 51-74, 2006.

MUSEU CATAVENTO. **Rosalind Franklin: Descobriu o formato de dupla-hélice do DNA. Biografia, carreira e pesquisa**. s.d. Disponível em: <<https://museucatavento.org.br/mulheres-na-ciencia/rosalind-franklin/FOLDER.pdf>>.

SILVA, V.M.; RICO, E.P.; SOUZA, D.; OLIVEIRA, D.L. Impacto do uso de estratégias investigativas sobre as emoções e a motivação dos alunos e as suas concepções de ciência e cientista. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 1, p. 17-34, 2015.

SIMÕES, C.A.; SIMÕES, A.V. As representações sociais do cientista entre alunos do ensino fundamental de Manaus: indicações para o ensino de Ciências. In: **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.7, Florianópolis, 2009. ABRAPEC. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1198.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2024.

UNESCO. **Decifrar o código: educação de meninas e mulheres em ciências, tecnologia, engenharia e matemática (STEM)**. 2018.

ZANON, D.A.V.; MACHADO, A.T. A visão do cotidiano de um cientista retratada por estudantes iniciantes de licenciatura em química. **Ciências & Cognição**, v. 18, n. 1, p. 46-56, 2013.



O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CIENTÍFICO DOS ESTUDANTES COM ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO POR MEIO DA APRENDIZAGEM INVESTIGATIVA NO PARQUE ECOLÓGICO DO RIACHO FUNDO I

THE DEVELOPMENT OF CRITICAL AND SCIENTIFIC THINKING OF STUDENTS WITH HIGH SKILLS/GIFTEDNESS THROUGH INVESTIGATIVE LEARNING IN THE RIACHO FUNDO I ECOLOGICAL PARK

LILIAN TATIANE SOUZA DIAS, RONNI GERALDO GOMES DE AMORIM

Universidade de Brasília: Instituto de Física

Resumo

A investigação científica em ambientes naturais é uma estratégia eficaz para desenvolver o pensamento crítico e criativo de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD). O Parque Ecológico do Riacho Fundo I, no Distrito Federal, oferece um espaço ideal para atividades investigativas, promovendo o contato direto com a biodiversidade e questões ambientais. Esta pesquisa destaca a importância de metodologias ativas que incentivem o protagonismo e a autonomia intelectual dos estudantes, permitindo a construção de conhecimentos interdisciplinares de forma significativa. A proposta busca responder: como a aprendizagem investigativa no parque contribui para o pensamento crítico e científico de estudantes com AH/SD? Além disso, pretende-se compreender como essa vivência influencia sua percepção ambiental e relação com a preservação ecológica. A relevância do estudo está na necessidade de práticas pedagógicas especializadas que ampliem o potencial desses estudantes, associando ciência e meio ambiente. Os objetivos incluem analisar o impacto da aprendizagem investigativa no desenvolvimento do pensamento científico e crítico, identificar temas ambientais de interesse, compreender como o ambiente natural contribui na construção do conhecimento e propor estratégias eficazes para o ensino de Ciências. A pesquisa adota abordagem qualitativa, com observação participante, diário de campo e análise das produções dos estudantes da Sala de Recursos para AH/SD. A metodologia envolve o registro e análise interpretativa das atividades realizadas no parque. Espera-se que os resultados contribuam para o aprimoramento das práticas pedagógicas inclusivas, valorizando o pensamento crítico, a criatividade e a consciência ambiental, promovendo a formação integral dos estudantes.

Palavras-chave: 1. Altas Habilidades/Superdotação. 2. Investigação Científica. 3. Educação Ambiental.

Abstract

Scientific research in natural environments is an effective strategy to develop the critical and creative thinking of students with High Abilities/Giftedness (AH/SD). The Riacho Fundo I Ecological Park, in the Federal District, offers an ideal space for research activities, promoting direct contact with biodiversity and environmental issues. This research highlights the importance of active methodologies that encourage students' protagonism and intellectual autonomy, allowing the construction of interdisciplinary knowledge in a significant way. The proposal seeks to answer: how does investigative learning in the park contribute to critical and scientific thinking of students with AH/SD? In addition, it is intended to understand how this experience influences their environmental perception and relationship with ecological preservation. The relevance of the study is in the need for specialized pedagogical practices that broaden the potential of these students, associating science and environment. The objectives include analyzing the impact of investigative learning on the development of scientific and critical thinking, identifying environmental issues of interest, understand how the natural environment contributes to the construction of knowledge and propose effective strategies for teaching Sciences. The research adopts a qualitative approach, with participant observation, field diary and analysis of the productions of students from the Resource Room for AH/SD. The methodology involves the recording and interpretative analysis of the activities carried out in the park. It is hoped that the results will contribute to the improvement of inclusive pedagogical practices, valuing critical thinking, creativity and environmental awareness, promoting the integral formation of students.

Keywords: 1. High Skills/Giftedness. 2. Scientific Research. 3. Environmental Education.

I. INTRODUÇÃO

A investigação científica no ambiente natural proporciona uma experiência enriquecedora para estudantes com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD), estimulando o pensamento crítico, a criatividade e o aprofundamento de conhecimentos interdisciplinares. Nesse contexto, o Parque Ecológico do Riacho Fundo I, situado no Distrito Federal, oferece um espaço privilegiado para a realização de atividades investigativas, permitindo que os alunos explorem a biodiversidade local, os ecossistemas e os impactos ambientais.

A educação de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD) requer abordagens diferenciadas e enriquecedoras, que proporcionem desafios e estimulem o pensamento crítico e criativo. Nesse contexto, os processos investigativos surgem como metodologias eficazes para envolver os alunos em experiências de aprendizagem significativas, promovendo o desenvolvimento de habilidades científicas e a autonomia intelectual. Este trabalho apresenta um processo investigativo realizado no Parque Ecológico do Riacho Fundo I, com estudantes atendidos na Sala de Recursos para Altas Habilidades/Superdotação, visando a exploração do meio ambiente como espaço de aprendizagem.

Diante disso, este trabalho busca responder a principal questão que orienta esta investigação é: como a experiência de aprendizagem investigativa no Parque Ecológico do Riacho Fundo I contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico dos

estudantes com Altas Habilidades/Superdotação? Além disso, pretende-se compreender de que forma a vivência em um ambiente natural influencia a percepção ambiental desses estudantes e sua relação com a preservação ecológica. A partir dessa indagação, espera-se compreender de que forma a interação direta com o ambiente natural pode potencializar os processos cognitivos desses alunos e estimular sua capacidade de investigação e resolução de problemas.

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de metodologias diferenciadas para atender às especificidades de estudantes com AH/SD, proporcionando oportunidades que ampliem seus interesses e potencialidades. O contato com a natureza, associado à pesquisa científica, favorece o desenvolvimento de habilidades de investigação, colaboração e protagonismo, promovendo um ensino significativo e alinhado às suas demandas educacionais. Além disso, a abordagem prática contribui para a sensibilização ambiental, estimulando a conscientização sobre a preservação dos ecossistemas locais.

Os objetivos da pesquisa partiram do objetivo geral de analisar o impacto da aprendizagem investigativa no Parque Ecológico do Riacho Fundo I para o desenvolvimento do pensamento científico, crítico e da consciência ambiental dos estudantes com Altas Habilidades/Superdotação, sendo assim foram definidos os objetivos específicos:

- a) Identificar os temas ambientais de maior interesse dos estudantes durante as atividades investigativas no Parque.
- b) Analisar como a experiência no ambiente natural influencia a construção do conhecimento, a percepção ambiental e o aprendizado dos alunos.
- c) Avaliar a contribuição do método investigativo para o desenvolvimento das habilidades científicas, criatividade e raciocínio lógico dos estudantes.
- d) Propor e identificar estratégias pedagógicas eficazes para o ensino de Ciências e aprimoramento do atendimento educacional especializado de alunos com AH/SD em ambientes naturais.

Este estudo foi conduzido por meio de uma abordagem qualitativa, baseada na pesquisa exploratória e na observação participante. A atividade foi realizada com estudantes atendidos na Sala de Recursos para Altas Habilidades/Superdotação, utilizando o Parque Ecológico do Riacho Fundo I como espaço de investigação. A metodologia envolverá registros em diários de bordo, fotografias, análise das produções dos alunos. A partir dessas informações, será realizada uma análise interpretativa dos dados, visando compreender os impactos da experiência no aprendizado e desenvolvimento dos estudantes.

Além desta introdução, o trabalho está organizado nas seguintes seções: a Fundamentação Teórica com a apresentação das bases teóricas que embasam a pesquisa, incluindo revisão bibliográfica sobre Altas Habilidades/Superdotação, metodologias investigativas na educação e educação ambiental. A Metodologia com a descrição detalhada do percurso metodológico adotado para o desenvolvimento da pesquisa. O Relato de Experiência com a apresentação dos achados da pesquisa e sua discussão à luz do referencial teórico. E por fim, as conclusões com as reflexões sobre os resultados obtidos, limitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

II.1. Referencial Teórico Educacional

A educação de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação tem sido objeto de diversos estudos que destacam a necessidade de metodologias diferenciadas para estimular seu potencial (Renzulli, 2018; Alencar, Braga e Marinho (2016); Alencar e Fleith, 2003). A aprendizagem investigativa, baseada na construção ativa do conhecimento, tem demonstrado eficácia no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo desses estudantes (Piske et al., 2021). Além disso, a Aprendizagem Baseada em Investigação (ABP) é utilizada como referência metodológica para estimular a autonomia e a resolução de problemas (Fonseca, 2020).

A concepção de superdotação segundo Joseph Renzulli (2018) é fundamentada na Teoria dos Três Anéis, que considera a superdotação como a interação entre habilidades acima da média, criatividade e envolvimento com a tarefa. Além disso, Renzulli (2018) apresenta três subteorias complementares: o Modelo Triádico de Enriquecimento, a Operação Houndstooth e as Funções Executivas, conforme a Figura 1:

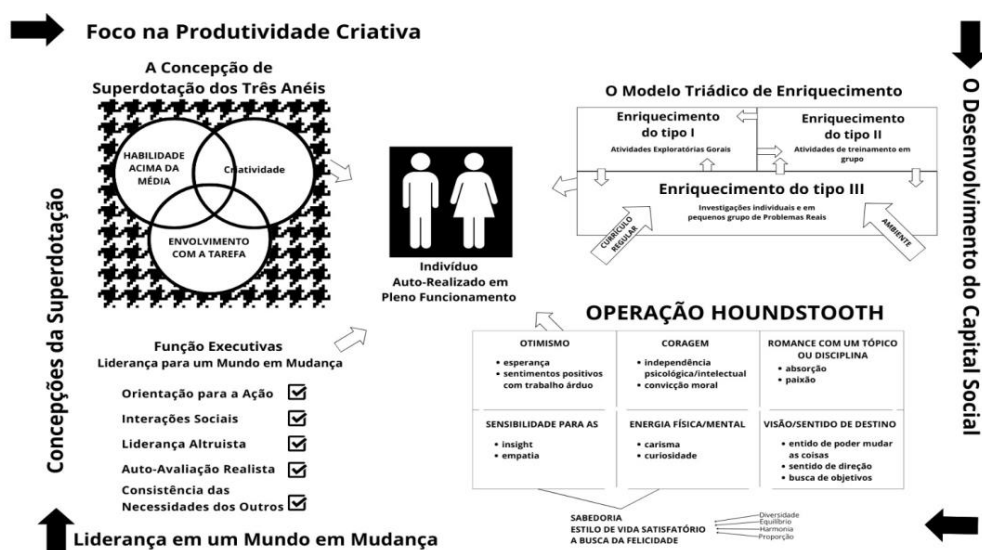


Figura 1: Uma teoria de quatro partes para o desenvolvimento de talentos

Fonte: Renzulli (2018, p. 24)

O Modelo Triádico de Enriquecimento propõe atividades diferenciadas para atender às necessidades dos estudantes superdotados. As atividades do Tipo I promovem exposições gerais a diversos temas, as do Tipo II desenvolvem habilidades processuais e cognitivas, e as do Tipo III incentivam investigações independentes, permitindo uma aprendizagem personalizada e aprofundada.

A Operação Houndstooth destaca a importância de fatores emocionais e sociais, como empatia, ética e responsabilidade social, no desenvolvimento do talento. Já as Funções Executivas englobam processos mentais essenciais, como planejamento, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, que auxiliam no gerenciamento de tarefas complexas.

Renzulli (2018) distingue dois tipos de superdotação: a escolar, relacionada ao alto desempenho acadêmico, e a criativo-produtiva, que envolve inovação e resolução de problemas. Ele enfatiza que a superdotação não é uma característica fixa, mas um comportamento que pode ser desenvolvido em diferentes áreas, influenciado por fatores genéticos, ambientais e individuais.

O Currículo em Movimento da Educação Básica da Educação Especial (2018) afirma que de uma modo geral, a inclusão de estudantes superdotados envolve assegurar a todos um acesso contínuo aos espaços compartilhados na sociedade. Esse processo é guiado pelo acolhimento à diversidade humana, pela valorização das diferenças individuais e pelo compromisso coletivo em proporcionar oportunidades equitativas de desenvolvimento com qualidade em todas as áreas da vida.

II.2. Referencial Teórico de Ciências

A educação ambiental é um dos pilares deste estudo, sendo fundamental para a compreensão das relações ecológicas e da preservação dos recursos naturais (Jacobi, 2003). Estudos sobre a importância da vivência em ambientes naturais demonstram que a aprendizagem fora da sala de aula contribui para a formação de uma consciência ambiental crítica (Loureiro, 2019).

Na BNCC (2018) a educação formal, a área de Ciências da Natureza desempenha um papel essencial na formação integral dos estudantes. Durante o Ensino Fundamental, seu compromisso está voltado para o desenvolvimento do letramento científico, que vai além da simples compreensão dos conceitos científicos. Ele envolve a capacidade de interpretar e interagir com o mundo natural, social e tecnológico, além de transformá-lo com base nos conhecimentos científicos. Dessa forma, o objetivo do letramento científico não se limita à assimilação da ciência em si, mas busca capacitar os indivíduos para atuar de maneira crítica e consciente na sociedade, promovendo o exercício pleno da cidadania.

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2018, p. 319) .

Diante disso, é relevante considerar o que está descrito no Currículo em Movimento do Ensino Fundamental Anos Iniciais e Finais (2018):

É consenso, dentro na área, que o ensino de Ciências deve promover uma apropriação crítica do conhecimento científico na perspectiva do letramento científico, que, segundo Mamede e Zimmermann (2005, p. 479), [...] se refere ao uso do conhecimento científico e tecnológico no cotidiano, no interior de um contexto sóciohistórico específico. Assim, o processo formativo em Ciências deve fornecer subsídios para que os estudantes interpretem fatos, fenômenos e processos naturais e compreendam o conjunto de aparatos e procedimentos tecnológicos do cotidiano

doméstico, social e profissional, tornando-se, assim, capazes de tomar decisões conscientes e se posicionarem como sujeitos autônomos e críticos (DISTRITO FEDERAL, p. 207, 2018).

E ainda afirma:

Nessa concepção, a problematização do mundo será a fonte da qual emergirá todas as outras ações do processo educativo, em um sentido que supera a simples transmissão do conhecimento, memorização e resolução de questionários ou de problemas e exercícios exemplares. O ato educativo do ensino das Ciências da Natureza orbita em torno de situações de aprendizagem, com foco em questões mobilizadoras que possibilitem a aproximação gradativa dos estudantes aos conhecimentos, aos procedimentos e aos principais processos e práticas científicas, como ações investigativas fundadas em problematizações, levantamento de hipóteses, experimentações, análises de dados e conclusões, promovendo a iniciação científica (DISTRITO FEDERAL, p. 207-208, 2018).



Figura 2: *Etapas das situações de aprendizagem para o trabalho pedagógico*

Fonte: (Distrito Federal, p. 208, 2018).

No Currículo em Movimento do Ensino Fundamental Anos Iniciais e Finais (2018) de Ciências da Natureza, essas aprendizagens são estruturadas em três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo, articulando ciência, tecnologia, sociedade e inovação. Em particular, a unidade Vida e Evolução busca compreender os processos essenciais para a manutenção da vida e a diversidade gerada pela evolução, além de enfatizar a importância dos ecossistemas e sua conservação. De acordo com o documento, o estudo das interações entre os seres vivos e entre estes e os elementos não vivos do ambiente destaca a relevância da preservação da biodiversidade nos ecossistemas brasileiros. Nos Anos Iniciais, a abordagem pedagógica considera as experiências, emoções e percepções dos estudantes, organizando os conhecimentos a partir da compreensão do próprio corpo e dos organismos ao redor. Além disso, explora-se a relação nutricional dos indivíduos

com o meio e outros seres. Segundo Santos e Fagionato-Ruffino nos anos iniciais do Ensino Fundamental, as crianças têm um primeiro contato com conceitos de ambiente e diversidade ambiental, além das mudanças causadas pela ação humana. Nessa fase, elas começam a desenvolver habilidades de observação, comparação, pesquisa e registro de informações.

Dessa forma, a fundamentação teórica deste trabalho busca integrar os aspectos pedagógicos e científicos da experiência investigativa realizada, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para o ensino de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação.

III. METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, por meio de um estudo de caso com estudantes da Sala de Recursos para Altas Habilidades/Superdotação. A coleta de dados ocorreu por meio de observação participante, registros em diário de campo e os estudantes e professores envolvidos. A análise dos dados foi realizada com base na técnica de análise de conteúdo, buscando compreender as experiências vivenciadas e suas implicações para o processo de aprendizagem.

De acordo com Moreira (2016), a pesquisa estuda objetos ou eventos que ocorrem naturalmente ou são provocados, exigindo registros como observações, medidas, gravações e questionários. Esses registros são analisados, categorizados e interpretados para gerar respostas provisórias. Além disso, a pesquisa sempre possui um método (fazer) e um referencial teórico (pensar), que pode ser previsto ou construído ao longo do estudo. Assim, a produção do conhecimento ocorre por meio da interação contínua entre teoria e metodologia.

A pesquisa foi realizada em uma Sala de Recursos Específica para Altas Habilidades/Superdotação-Acadêmica-Atividades, modalidade prevista na Estratégia de Matrícula da SEEDF (Distrito Federal, 2024). Participaram 30 estudantes do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental I, distribuídos em 16 unidades escolares, sendo 12 da rede pública (10 no Distrito Federal e 2 em Goiás) e 4 da rede privada. A turma era composta por 7 meninas e 23 meninos, incluindo três estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Do total, 10 já foram formalmente identificados com AH/SD, enquanto 20 ainda estão em processo de avaliação.

O diário de bordo do Projeto Parque Educador, realizado no Parque Ecológico Riacho Fundo em 2024, foi elaborado com uma identidade visual clara e moderna, o diário apresenta elementos gráficos que remetem à natureza, incluindo o logotipo do Parque e ícones estilizados das altas habilidades/superdotação. A organização é simples e objetiva, dispondo de campos específicos para os relatos dos estudantes, com duas seções idênticas por página, permitindo o registro de dois dias em cada folha.

Cada seção do diário contém campos para identificação com nome, data, dia, mês, ano e turno da visita. Além disso, há espaços destinados ao registro das percepções dos estudantes, como o que consideraram mais interessante, promovendo a reflexão sobre aprendizagens significativas, e o que não gostaram, possibilitando o apontamento de incômodos ou sugestões de melhoria.

O diário de bordo constitui uma relevante estratégia pedagógica para o registro reflexivo

e qualitativo das vivências ao longo dos quatro dias do Programa Parque Educador. Seu preenchimento estimula o desenvolvimento do pensamento crítico, a expressão de percepções pessoais e a identificação de aspectos positivos e negativos das atividades realizadas. Além de favorecer a autoavaliação e o protagonismo estudantil, a estratégia possibilita à equipe pedagógica realizar uma avaliação qualitativa da experiência, identificando pontos de aprimoramento e promovendo discussões coletivas sobre as percepções dos participantes, fortalecendo a compreensão da relação com o espaço natural e a valorização da conservação ambiental.

Projeto Parque Educador
Parque Ecológico Riacho Fundo
2º/2024

DIÁRIO de Bordo
AEE/Polo de Altas Habilidades/Superdotação
CAIC Santa Maria - Acadêmico - Atividades
Professora-Tutora: Lilian Taitane

Nome: _____ Data: ____/____/____

Escreva o dia, mês, ano e turno da visita:
O que você considerou mais interessante?

O que você não gostou?

Data: ____/____/____

Escreva o dia, mês, ano e turno da visita:
O que você considerou mais interessante?

O que você não gostou?

Pág. 2 de 4

Figura 3: *Diário de Bordo - Visita Mediada ao Parque Ecológico do Riacho Fundo I*
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024)

IV. RELATO DE EXPERIÊNCIA

Nossa turma de Altas Habilidades/ Superdotação -Acadêmico Atividades foi selecionada para participar do Projeto Parque Educador que é um projeto da SEEDF em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente do Distrito Federal. O projeto tem como foco principal receber estudantes da rede pública do DF para realização de ações de educação integral, ambiental e patrimonial.

As atividades propostas pelo Programa são desenvolvidas por professores especializados em algumas unidades de conservação ambiental (parques). Tendo como objetivo fortalecer a Educação Ambiental no DF e ampliar os espaços educativos das escolas públicas.

O Programa Parque Educador é divulgado por meio de edital divulgado na página da SEEDF e após a seleção das escolhas que participarão ocorre a convocação de no mínimo dois profissionais da escola para uma formação sobre a proposta pedagógica do Programa, conforme a Figura 4:



Figura 4: Formação dos professores das escolas selecionadas .
Fonte: Arquivo da pesquisadora 2024.

Os estudantes participaram de 4 encontros em que foram feitas aulas com temas específicos sobre os parques, meio ambiente, reciclagem de lixo, trilhas, entre outros. Os estudantes foram às visitas em quatro (4) quintas feiras da última semana de cada mês, o programa começou em agosto e terminou em novembro de 2024. As visitas foram confirmadas semanalmente através da agenda. Os estudantes foram acompanhados pela Professora-Tutora da turma e pela Professora- Itinerante do atendimento AH/SD, além da equipe que já trabalha no Parque, composta por duas professoras. No dia das visitas, os estudantes foram orientados a aplicarem o repelente e protetor solar ainda em casa. Devem ir com a seguinte roupa: Calça comprida, camiseta, boné e tênis. Devem levar uma garrafinha com água e um lanche saudável para ser consumido no parque (exemplo: frutas, alimentos caseiros, bolos, sanduíches naturais simples, sucos caseiros e etc. Evitar: refrigerantes, salgadinhos, biscoitos recheados, balinhas e doces). Caso não estivesse com a roupa adequada, o/a estudante seria impedido de participar no dia, Normas do Projeto. Junto à autorização tivemos também o Termo de Uso de Imagem específico para o projeto parque educador que deverá ser preenchido e enviado de volta à escola.

Considerando o que as autoras Galianzi e Moraes (2002):

Assumir o educar pela pesquisa implica em assumir a investigação como expediente cotidiano na atividade docente. O pesquisar passa a ser princípio metodológico diário de aula. O trabalho de aula gira permanentemente em torno do questionamento reconstrutivo de conhecimentos já existentes, que vai além do conhecimento de senso comum, mas o engloba e enriquece com outros tipos de conhecimento dos alunos e da construção de novos argumentos que serão validados em comunidades de discussão crítica (Galianzi e Moraes, p. 2, 2002).

O Parque Ecológico do Riacho Fundo é uma área de preservação que abriga nascentes,

um viveiro de plantas nativas do Cerrado e diversas trilhas para caminhadas. O Parque é administrado pelo Instituto Brasília Ambiental e oferece um espaço para atividades recreativas e educativas. A atividade realizada pelos estudantes do Polo de Altas Habilidades/Superdotação de Santa Maria/DF foi desenvolvida com uma abordagem investigativa e exploratória, promovendo aprendizagens significativas por meio de experiências práticas e interativas no parque. A partir dessa proposta, os estudantes puderam vivenciar momentos de integração com a natureza e aprofundar seus conhecimentos sobre o Bioma do Cerrado, a preservação ambiental e a expressão artística, fortalecendo o protagonismo infanto-juvenil e a responsabilidade socioambiental.

Inicialmente, a acolhida e apresentação do parque (Figura 5) proporcionaram aos estudantes uma contextualização histórica e ambiental do espaço, criando um vínculo inicial com o local e estimulando a curiosidade investigativa. Durante a apresentação, foram destacados aspectos relevantes da criação e preservação da área, promovendo reflexões sobre a importância de manter e valorizar espaços naturais protegidos.



Figura 5: Acolhida e apresentação do Parque Ecológico e sua história.

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

Em seguida, ocorreu a visita ao viveiro de plantas (Figura 6), momento em que os estudantes participaram da identificação de espécies vegetais, compreendendo a diversidade botânica presente no parque. Além disso, aprenderam sobre a propagação de espécies nativas, desenvolvendo habilidades de observação e interpretação dos processos naturais. A discussão sobre o papel das plantas na manutenção da biodiversidade local incentivou a conscientização ambiental e a valorização dos recursos naturais.



Figura 6: *Visita ao Viveiro de plantas.*
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

Outro momento significativo foi a "Toca Literária: Bioma do Cerrado"(Figura 7), que proporcionou uma imersão cultural e educativa, com reflexões sobre o Cerrado e sua biodiversidade. Os estudantes exploraram a fauna, flora e características geográficas do bioma, fortalecendo a conexão entre literatura e educação ambiental. Essa atividade também possibilitou o desenvolvimento da expressão oral e escrita, ampliando o repertório cultural dos participantes.



Figura 7: *Toca Literária sobre o Bioma do Cerrado .*
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

Na sequência, foi realizada a oficina de desenho e pintura com tinta natural (Figura 8), em que os estudantes, inspirados pelos animais do Cerrado, expressaram sua criativi-

dade utilizando pigmentos naturais. Essa experiência uniu arte e ciência, promovendo a compreensão sobre práticas sustentáveis e o desenvolvimento da sensibilidade estética e da consciência ecológica.



Figura 8: *Oficina de desenho e pintura dos animais do Bioma do Cerrado com tinta natural.*

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

A caminhada investigativa pela trilha (Figura 9) proporcionou a observação direta da flora e fauna locais, desenvolvendo habilidades de exploração e reconhecimento de espécies. Orientados a identificar características específicas dos seres vivos encontrados, os estudantes ampliaram sua compreensão sistêmica do bioma, destacando a interdependência entre os elementos da biodiversidade. Em outro momento, os estudantes realizaram a observação das nascentes do Bioma do Cerrado (Figura 10), compreendendo a importância da preservação das águas para a manutenção da vida. A discussão abrangeu o ciclo da água e a vulnerabilidade dos recursos hídricos no Cerrado, reforçando o protagonismo juvenil na preservação ambiental.



Figura 9: *Caminhada pela trilha para a observação da flora e fauna nativa.*

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).



Figura 10: Aspectos das nascentes para o Bioma do Cerrado.
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

Um dos pontos altos da atividade foi o plantio coletivo do Jacarandá-Mimoso (Figura 11), simbolizando o compromisso dos estudantes com a preservação ambiental e o legado da turma do Polo de Altas Habilidades/Superdotação. Essa ação prática reforçou o sentimento de pertencimento e responsabilidade socioambiental, fortalecendo o vínculo com o espaço e com a natureza. Ao longo das atividades, ficou evidente a articulação entre investigação científica, criatividade e momentos de descontração (Figura 12), valorizando o protagonismo dos estudantes e sua capacidade de interagir com o meio ambiente de forma crítica e reflexiva. A integração de diferentes saberes favoreceu o desenvolvimento de competências investigativas e artísticas, consolidando uma prática educativa inclusiva e contextualizada.



Figura 11: O processo coletivo na plantação do Jacarandá-Mimoso representando a nossa turma do Polo de Altas Habilidades/ Superdotação de Santa Maria/DF.
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).



Figura 12: *Investigação, criatividade e diversão no parque.*

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

V. CONCLUSÃO

Este trabalho contribuiu para a ampliação de estratégias educacionais inovadoras, reforçando a importância do ensino investigativo e da educação ambiental no contexto do atendimento especializado a estudantes com Altas Habilidades/Superdotação, contemplando a proposta pedagógica prevista no Modelo Triádico de Enriquecimento de Renzulli, que orienta uma abordagem educacional para proporcionar uma variedade de experiências de aprendizagem que atendam às necessidades dos estudantes com Altas Habilidades/Superdotação na perspectiva de potencializar as características esperadas da superdotação acadêmica escolar com atividades que os estudantes explorem mais profundamente suas possíveis áreas de interesse e desenvolvam habilidades avançadas.

Para promover a aprendizagem investigativa, é essencial estimular progressivamente os estudantes no planejamento e na realização colaborativa de investigações, bem como no compartilhamento de seus resultados. Isso não implica seguir etapas rígidas ou apenas manipular objetos e realizar experimentos. Pelo contrário, exige a organização de atividades que partam de questões desafiadoras, considerando a diversidade cultural, despertando o interesse e a curiosidade científica. Dessa forma, os estudantes devem ser incentivados a definir problemas, analisar e representar dados, comunicar conclusões e propor intervenções. Esse processo investigativo deve ser contínuo ao longo da educação básica, permitindo uma revisão reflexiva do conhecimento e da compreensão do mundo.

De maneira geral, o Programa do Parque Educador contribuiu para reforçar a importância de preservar áreas naturais e promover a educação ambiental como estratégia essencial para a conservação da biodiversidade. Iniciativas como essa não só enriquecem o aprendizado dos participantes, mas também contribuem para a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. M. L. S. DE; FLEITH, D. DE S. *Criatividade: Múltiplas perspectivas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2003a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023:2018 Informação e documentação: Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília (2018). Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 23 de outubro de 2024.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. LDBEN 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: Presidência da República. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1996.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 jun. 2014.

BRASIL. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 12 ago. 1971.

BRASIL. Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 dez. 1961.

DISTRITO FEDERAL. Decreto nº 36.461, de 9 de abril de 2015. Regulamenta a Lei nº 5.372, de 11 de agosto de 2014, que dispõe sobre o atendimento educacional especializado para estudantes com altas habilidades/superdotação no Distrito Federal. Diário Oficial do Distrito Federal: Brasília, DF, 10 abr. 2015.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 5.372, de 11 de agosto de 2014. Dispõe sobre o atendimento educacional especializado para estudantes com altas habilidades/superdotação no âmbito do Distrito Federal. Diário Oficial do Distrito Federal: Brasília, DF, 12 ago. 2014.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 5.606, de 22 de julho de 2016. Institui o Dia Distrital da Pessoa com Altas Habilidades/Superdotação, a ser comemorado anualmente no dia 11 de novembro. Diário Oficial do Distrito Federal: Brasília, DF, 25 jul. 2016.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 6.919 de 28 de Julho de 2021. Institui o Dia do Profissional das Altas Habilidades/Superdotação no dia 20 de agosto. Diário Oficial do Distrito Federal: Brasília, DF, 19 ago. 2021.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Currículo em Movimento do Distrito Federal - Ensino Fundamental Anos Iniciais Anos Finais . Brasília: SEEDF, 2018.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Currículo em Movimento da Educação Básica Especial. Brasília: SEEDF, 2018.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Estratégia de Matrícula. Brasília: SEEDF, 2024.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Orientação Pedagógica Educação Especial. Brasília: SEEDF, 2010.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio da pesquisa social. In: DESLANDES, S. F.; GOMES, R.; MINAYO, M. C. S. (Org.). Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. Revista e atualizada. 28. ed. Petrópolis: Vozes, p. 9-29, 2009.

MOREIRA, Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências.

Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo. Porto Alegre, Brasil, 2016.

PISKE, Fernanda Hellen Ribeiro; STOLTZ, Tania. Criatividade na pedagogia sociointeracionista e na Pedagogia Waldorf: implicações para o trabalho com superdotados. Educar em Revista, [S. l.], v. 37, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/81545>. Acesso em: 8 mar. 2025.

RENZULLI, J.S. Reexaminando o papel da educação para superdotados e o desenvolvimento de talentos para o século XXI: uma abordagem teórica em quatro partes. In: VIRGOLIM, A. (org.). Altas habilidades/superdotação, processos criativos, afetivos e desenvolvimento das potencialidades. Curitiba, PR: Juruá, 2018, p. 19-42.

RENZULLI, J. S. O Que é Esta Coisa Chamada Superdotação, e Como a Desenvolvemos? Uma retrospectiva de vinte e cinco anos. In:, ano XXVII, n. 1 (52), Porto Alegre - RS, 2004, p. 75 - 13.

SANTOS, S. A. M. dos; FAGIONATO-RUFFINO, S. Diagnóstico Ambiental. In: SCHIEL, Dietrich; ORLANDI. Angelina Sofia. (organizadores). Ensino de Ciências por Investigação Universidade de São Paulo e do Centro de Divulgação Científica e Cultural em São Carlos, SP.



EXTRAÇÃO DE DNA DE MORANGO EM SALA DE AULA: uma atividade investigativa com referência em Vygotsky

STRAWBERRY DNA EXTRACTION IN THE CLASSROOM: an investigative activity with reference to Vygotsky

IVONE DA TRINDADE MENDES, VANESSA CARVALHO DE ANDRADE

Instituto de Física – Universidade de Brasília.

Resumo

*Este trabalho investiga a extração de DNA do morango como uma atividade pedagógica em sala de aula, fundamentada na teoria de Lev Vygotsky. A pesquisa parte da necessidade de tornar o ensino de genética mais acessível e interativo, explorando o papel da Zona de **Desenvolvimento Proximal (ZDP)** no aprendizado colaborativo. O objetivo principal é analisar como a experimentação prática, aliada à mediação docente, contribui para a construção do conhecimento em biologia molecular. A metodologia adotada foi qualitativa e descritiva, combinando pesquisa experimental e estudo de caso. A atividade foi realizada em uma turma do 9º ano do ensino fundamental, da rede pública do estado de Goiás, com 38 alunos, utilizando materiais simples como morangos, detergente e álcool. Durante a prática, o professor atuou como mediador, fornecendo suporte inicial e reduzindo gradualmente as intervenções conforme os alunos ganhavam autonomia. Os resultados indicaram que a abordagem baseada na interação social facilitou a compreensão de conceitos genéticos, tornando o aprendizado mais dinâmico e significativo. Os alunos demonstraram evolução no entendimento do conteúdo e maior engajamento ao longo da atividade. Conclui-se que a experimentação prática, aliada aos princípios vygotskianos, potencializa o ensino de ciências, promovendo não apenas a assimilação de conceitos complexos, mas também o desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes.*

Palavras-chave: Educação. Aprendizagem social. DNA de morango. Genética.

Abstract

This work investigates the extraction of strawberry DNA as a pedagogical activity in the classroom, based on the theory of Lev Vygotsky. The research stems from the need to make genetics teaching more accessible and interactive by exploring the role of the Zone of Proximal Development (ZDP) in collaborative learning. The main objective is to analyze how practical experimentation, combined with teacher mediation, contributes to the construction of knowledge in molecular biology. The methodology adopted was qualitative and descriptive, combining experimental research and case study. The activity was carried out in a class of the 9th grade of elementary

school, with 38 students, using simple materials such as strawberries, detergent and alcohol. During the practice, the teacher acted as a mediator, providing initial support and gradually reducing interventions as students gained autonomy. The results indicated that the approach based on social interaction facilitated the understanding of concepts making learning more dynamic and meaningful. The students demonstrated evolution in their understanding of the content and greater engagement throughout the activity. It is concluded that practical experimentation, combined with Vygotskian principles, enhances the teaching of science, promoting not only the assimilation of complex concepts, but also the cognitive and social development of students

Keywords: Education. Social learning. Strawberry DNA. Genetics

I. INTRODUÇÃO

O ensino de ciências desempenha um papel essencial na formação dos estudantes, estimulando a curiosidade, o pensamento crítico e a compreensão do mundo natural. No entanto, um dos desafios enfrentados pelos educadores é tornar o aprendizado de conceitos abstratos, como a genética e a biologia molecular, mais acessível e envolvente. Nesse contexto, a extração de DNA do morango surge como uma abordagem experimental capaz de integrar teoria e prática, proporcionando aos alunos uma experiência concreta de investigação científica. A questão norteadora desta pesquisa é: Como a experimentação prática da extração de DNA do morango, fundamentada na teoria de Vygotsky, pode contribuir para a aprendizagem de conceitos de genética no ensino fundamental? A pesquisa busca compreender de que maneira a interação social e o aprendizado colaborativo, mediados pelo professor, favorecem a construção do conhecimento e o desenvolvimento cognitivo dos alunos.

A pesquisa está alinhada à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza a importância das metodologias ativas e do protagonismo estudantil no ensino de ciências. A extração do DNA do morango permite explorar conceitos genéticos e bioquímicos de forma prática, despertando o interesse dos alunos e fortalecendo a interdisciplinaridade, ao envolver conhecimentos de biologia, química e até matemática. Além disso, a abordagem experimental favorece a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), na qual os alunos constroem conhecimento por meio da mediação do professor e da interação com os colegas.

As aulas práticas desempenham um papel crucial no ensino de ciências, uma vez que proporcionam aos alunos uma oportunidade única de explorar conceitos teóricos de forma concreta e experimental (LIMA e GARCIA, 2011).

Historicamente, a educação tem evoluído de métodos tradicionais de ensino, que muitas vezes se baseavam na memorização e na transmissão unidirecional de informações, para abordagens mais interativas e centradas no aluno. A teoria de Vygotsky, desenvolvida no início do século XX, trouxe uma nova perspectiva sobre o aprendizado, enfatizando a importância das interações sociais e da mediação no processo educativo. Vygotsky (1978) argumentou que "a aprendizagem é um processo social e culturalmente mediado", o que implica que o conhecimento é construído através da interação com outros indivíduos e com o ambiente.

A relevância do estudo se justifica tanto pela necessidade de inovar no ensino de ciências quanto pela sua conexão com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que enfatiza metodologias ativas, investigação científica e protagonismo estudantil. Além disso, a prática da extração de DNA permite a interdisciplinaridade, relacionando conhecimentos de biologia, química e matemática, e incentiva a cultura científica dentro da escola.

Este projeto visa investigar e documentar a atividade prática de extração de DNA de morango em uma sala de aula com 38 alunos, fundamentada nos princípios teóricos de Lev Vygotsky. O objetivo geral deste estudo é investigar a contribuição da extração de DNA do morango para a aprendizagem dos alunos, analisando-a à luz da teoria de Vygotsky. Os objetivos específicos incluem:

- Relacionar a prática experimental com os princípios da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP);
- Analisar o impacto da mediação docente na compreensão dos conceitos científicos;
- Avaliar o nível de engajamento e a evolução dos alunos na atividade prática.

Vygotsky propôs que a aprendizagem ocorre primeiro socialmente, ou seja, através da interação com outros indivíduos mais habilidosos, e depois se internaliza individualmente. Ele enfatizou que o desenvolvimento cognitivo é impulsionado por Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que são as distâncias entre o nível de desenvolvimento real da criança e o nível de desenvolvimento potencial, que pode ser alcançado com a assistência de um adulto ou colega mais capaz. Vygotsky afirmava que na colaboração com outros, um estudante não está apenas compartilhando informações, mas está envolvido num processo de co-construção de conhecimento (VYGOTSKY, 1978). Esta citação destaca como o diálogo e a interação durante atividades práticas não apenas facilitam a aprendizagem de conceitos, mas também promovem um desenvolvimento cognitivo mais amplo.

Em suma, este projeto de pesquisa busca não apenas documentar a implementação da atividade prática de extração de DNA de morango em uma sala de aula, mas também corroborar teoricamente os benefícios da abordagem de Lev Vygotsky para o ensino de ciências. Ao focar na interação social e no aprendizado colaborativo, o estudo reafirma a importância de ambientes educacionais que incentivam a construção conjunta de conhecimento. Através da aplicação dos princípios vygotskianos, evidencia-se que o envolvimento ativo dos alunos em processos práticos não só aprimora a compreensão de conceitos complexos como também fomenta o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais fundamentais para uma educação integral e eficaz.

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e descritiva, combinando pesquisa experimental e estudo de caso. A atividade foi realizada em uma turma do 9º ano do ensino fundamental, utilizando materiais acessíveis, como morangos, detergente e álcool, e seguindo um protocolo de extração simplificado. Realizado em um Colégio Militar, majoritariamente com alunos de baixa renda, onde as aulas práticas são de extrema importância para aprendizagem dos alunos, já que laboratórios específicos para realização adequada do experimento não constam na estrutura escolar. O conteúdo proposto na bimestralização da Feira de Ciências traz a interdisciplinaridade do conteúdo realizado. A participação dos protagonistas (alunos) foi realizada no 9º ano A, turma com 38 alunos.

Embora todos tenham feito o experimento, apenas 11 alunos apresentaram o trabalho na feira de ciências devido a necessidade de divisão dos conteúdos a serem apresentados na feira.

Dessa forma, este estudo busca evidenciar como a experimentação aliada à teoria vygotskiana pode tornar o ensino de ciências mais dinâmico e significativo, contribuindo para a democratização do conhecimento científico e o fortalecimento da aprendizagem colaborativa no ambiente escolar.

A extração de DNA é uma técnica que se consolidou como uma das bases da biologia molecular, permitindo que cientistas estudassem estruturas e funções genéticas em diferentes organismos. No caso do morango (*Fragaria spp.*), a relevância de sua extração está intimamente ligada às suas características genéticas únicas e ao seu papel em pesquisas científicas e educacionais. Como método experimental, começou a ser utilizada amplamente a partir do século XX, com o avanço da genética molecular. No entanto, o interesse em plantas como o morango surgiu devido a características peculiares do fruto, como seu genoma octoploide. Ou seja, enquanto os humanos possuem dois conjuntos de cromossomos (diplóides), os morangos possuem oito, o que significa uma maior quantidade de DNA em suas células. Isso torna o morango um modelo ideal para experimentos de extração, especialmente em contextos educacionais.

De acordo com estudos iniciais de biologia molecular, o uso do morango foi impulsionado por sua alta acessibilidade e pela facilidade de manipulação laboratorial. A simplicidade no isolamento de DNA a partir de tecidos ricos em células, como os morangos, é um marco que democratizou o ensino de técnicas genéticas. (KARP, 2008a)

A extração do DNA do morango começou a ser amplamente praticada não apenas para fins científicos, mas também para educação e divulgação científica. No ambiente educacional, ela permite que estudantes visualizem o DNA a olho nu, facilitando o entendimento de conceitos genéticos abstratos. A atividade exemplifica como o material genético pode ser isolado utilizando reagentes simples, como detergente e álcool, sem a necessidade de equipamentos laboratoriais complexos.

Cientificamente, a escolha do morango se justifica pela sua relevância como modelo de estudo na área de melhoramento genético. Os pesquisadores têm explorado o genoma do morango para entender características como resistência a pragas, tolerância a condições climáticas adversas e aprimoramento de sabor. Os estudos genéticos envolvendo morangos são essenciais para o desenvolvimento de variedades comerciais mais produtivas e sustentáveis. (HANCOCK, 1999)

Além disso, o processo de extração de DNA do morango tornou-se uma ferramenta simbólica para introduzir o público leigo ao campo da genética. A atividade é frequentemente realizada em feiras de ciência e eventos de divulgação científica, destacando o apelo visual e o impacto didático da técnica.

A metodologia básica de extração de DNA do morango utiliza materiais simples, como detergente (que dissolve as membranas celulares), sal (que separa proteínas do DNA) e álcool (que precipita o DNA). Essa simplicidade reforça o uso do morango como modelo educacional, permitindo que alunos compreendam conceitos fundamentais sobre as moléculas que carregam as instruções genéticas de todos os seres vivos.

A popularização da extração do DNA do morango é um exemplo de como a ciência

pode ser utilizada como ferramenta educativa. Ela continua sendo realizada em escolas, universidades e laboratórios em todo o mundo, desempenhando um papel crucial na introdução de novos estudantes à biologia molecular.

Os avanços nessa área também trouxeram implicações práticas. Em estudos, o genoma do morango tem sido utilizado para identificar genes que podem contribuir para a produção de frutos mais nutritivos e resistentes. A sequência do genoma de *Fragaria vesca* abriu novas fronteiras para a exploração da biologia funcional em frutas economicamente importantes. (Shulaev et al. 2011)

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste estudo aborda os referenciais que sustentam a proposta pedagógica da extração de DNA do morango como ferramenta de ensino. São discutidos os estudos sobre a experimentação no ensino de ciências, a teoria de Lev Vygotsky e suas contribuições para a aprendizagem colaborativa, além de conceitos fundamentais da biologia molecular relacionados ao DNA e sua extração. A utilização de atividades experimentais no ensino de ciências é amplamente defendida por pesquisadores da educação científica. Segundo Freeman et al. (2014), metodologias ativas baseadas na investigação prática aumentam significativamente o desempenho dos alunos em disciplinas como biologia, química e física. Para Hofstein e Lunetta (2004), a experimentação não apenas melhora a compreensão dos conteúdos, mas também fortalece habilidades investigativas, permitindo que os estudantes se apropriem do método científico.

Entretanto, a implementação de atividades experimentais enfrenta desafios, especialmente em escolas públicas, devido à falta de infraestrutura laboratorial e à necessidade de formação contínua dos professores. Aikenhead (2006) aponta que a experimentação, quando aplicada de forma descontextualizada ou sem mediação adequada, pode resultar em atividades mecânicas, sem real contribuição para o aprendizado. Dessa forma, a mediação docente e a contextualização do experimento são fundamentais para o sucesso da estratégia.

A extração de DNA do morango tem sido amplamente utilizada em eventos de divulgação científica e práticas escolares por sua simplicidade e impacto visual. De acordo com Weisblat e Kloeckner (1978), essa atividade permite que os alunos visualizem uma molécula biológica complexa sem a necessidade de equipamentos sofisticados, tornando-se uma poderosa ferramenta didática.

Este estudo fundamenta-se na teoria sociocultural de Lev Vygotsky (1978), que enfatiza a aprendizagem como um processo mediado por interações sociais. Para o autor, o desenvolvimento cognitivo ocorre dentro da chamada Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que representa a diferença entre o que o aluno já é capaz de fazer sozinho e aquilo que ele pode alcançar com ajuda de um professor ou colega mais experiente.

A experimentação científica em sala de aula se encaixa nesse modelo ao proporcionar situações em que os alunos, inicialmente auxiliados, gradativamente adquirem autonomia na realização de procedimentos laboratoriais e na interpretação dos resultados. Segundo Moll (1990), a mediação docente e a interação entre pares durante atividades experimentais promovem uma construção mais significativa do conhecimento.

Além disso, a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) reforça a importância das

metodologias investigativas e colaborativas no ensino de ciências. O documento destaca a necessidade de estimular nos alunos a capacidade de formular hipóteses, testar procedimentos e refletir sobre os resultados obtidos, características diretamente associadas ao modelo de aprendizado socioconstrutivista defendido por Vygotsky.

O DNA (ácido desoxirribonucleico) é a molécula responsável pela transmissão da informação genética nos seres vivos. Descoberto por Watson e Crick (1953), sua estrutura helicoidal contém as sequências de nucleotídeos que codificam as características hereditárias dos organismos. A extração do DNA é um procedimento fundamental na biotecnologia e na pesquisa genética, sendo utilizada para análise de organismos, estudos evolutivos e até em aplicações forenses. Em ambientes laboratoriais, métodos mais sofisticados são empregados, mas, para fins didáticos, protocolos simplificados foram desenvolvidos para permitir a visualização do DNA a olho nu.

O morangueiro (*Fragaria spp.*) foi escolhido para essa prática por sua característica octoploide, ou seja, possui oito conjuntos de cromossomos, o que resulta em uma maior quantidade de DNA por célula quando comparado a organismos diplóides, como os humanos. Segundo Hancock (1999), essa abundância de material genético torna a extração mais eficiente e visível, sendo ideal para demonstrações educacionais.

A metodologia utilizada nesta pesquisa baseia-se nos princípios descritos por Karp (2008b), que propõe o uso de soluções simples, como detergente e álcool, para romper as membranas celulares e precipitar o DNA. Esse método, além de seguro e acessível, permite que os alunos compreendam as interações bioquímicas envolvidas no processo, correlacionando-as aos conteúdos teóricos abordados em sala de aula.

A fundamentação teórica deste trabalho demonstrou que a experimentação no ensino de ciências é uma estratégia essencial para a aprendizagem significativa, especialmente quando aliada a teorias educacionais que valorizam a interação e a mediação docente. A extração de DNA do morango, ao ser inserida nesse contexto, possibilita um ensino dinâmico e interdisciplinar, promovendo maior engajamento dos alunos e facilitando a compreensão de conceitos biológicos abstratos. Dessa forma, este estudo busca contribuir para a ampliação do uso de metodologias experimentais no ensino de ciências, destacando seu potencial para tornar o aprendizado mais concreto e estimulante para os estudantes.

Um dos pilares da teoria de Vygotsky é a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definida como a distância entre o que a criança consegue fazer sozinha e o que pode alcançar com a ajuda de um adulto ou de colegas mais experientes. Como explica o autor, "o que uma criança é capaz de fazer hoje com ajuda, será capaz de fazer sozinha amanhã" (VYGOTSKY, 1978, p. 86).

Esse conceito tem implicações práticas no ensino, pois orienta os professores a atuarem como mediadores do conhecimento, utilizando estratégias como a *scaffolding* (suporte pedagógico temporário) para ajudar os estudantes a superar dificuldades e desenvolver novas habilidades.

A teoria vygotskiana também enfatiza o aprendizado colaborativo, no qual os alunos constroem conhecimento em conjunto. Em sala de aula, isso se traduz em atividades que estimulam o trabalho em equipe e a troca de experiências, criando um ambiente onde cada indivíduo contribui para o desenvolvimento do outro.

Pesquisas contemporâneas confirmam a relevância dessa abordagem. A teoria sociocul-

tural de Vygotsky é uma base sólida para a criação de práticas pedagógicas inclusivas, que respeitam a diversidade de experiências e contextos dos alunos. Além disso, sua ênfase na mediação e no papel ativo do professor desafia abordagens tradicionais, incentivando educadores a criar ambientes que favoreçam o aprendizado significativo. Os educadores vygotskianos devem se comprometer a construir pontes entre o conhecimento acadêmico e as experiências culturais dos alunos. (MOLL, 1990)

Portanto, o projeto de investigar e documentar a atividade prática de extração de DNA de morango em uma sala de aula, fundamentada nos princípios de Vygotsky, busca não apenas ensinar conceitos de genética e biologia molecular, mas também promover o desenvolvimento cognitivo dos alunos através da interação social, da colaboração e do suporte mútuo entre pares. Isso não apenas fortalece o entendimento dos alunos sobre os conteúdos científicos, mas também os capacita a aplicar esses conhecimentos em situações reais, desenvolvendo habilidades práticas e cognitivas que são essenciais para o aprendizado significativo e duradouro.

II.1. Participação e fundamentos da pesquisa

A pesquisa foi realizada em conformidade com os princípios éticos de respeito aos participantes. Os alunos foram informados sobre os objetivos do estudo. Ao combinar experimentação prática com princípios pedagógicos, a metodologia permitiu investigar as interfaces entre ciência e educação, destacando como a prática laboratorial pode ser enriquecida por abordagens teóricas baseadas em Vygotsky. Essa estratégia metodológica atende aos objetivos do estudo, conectando teoria e prática de forma integrada.

Os participantes deste estudo são alunos do ensino fundamental do nono ano, juntamente com a professora responsável pela disciplina de biologia, Ivone Mendes. A análise qualitativa dos relatos dos alunos e das observações realizadas permitirá explorar como as interações sociais durante a atividade prática facilitam a aprendizagem, conforme argumentado por Vygotsky, que destacava que a aprendizagem é um processo que se dá entre duas pessoas e que deve ser entendido em termos das interações entre indivíduos (VYGOTSKY, 1978). Este projeto visa contribuir para uma pedagogia mais eficaz ao integrar teoria e prática, promovendo um ambiente educacional enriquecedor que prepara os alunos não apenas com conhecimento teórico, mas também com habilidades práticas essenciais para a compreensão profunda dos conceitos científicos.



Figura 1: Alunas se preparando para apresentação sobre genética na feira de ciências

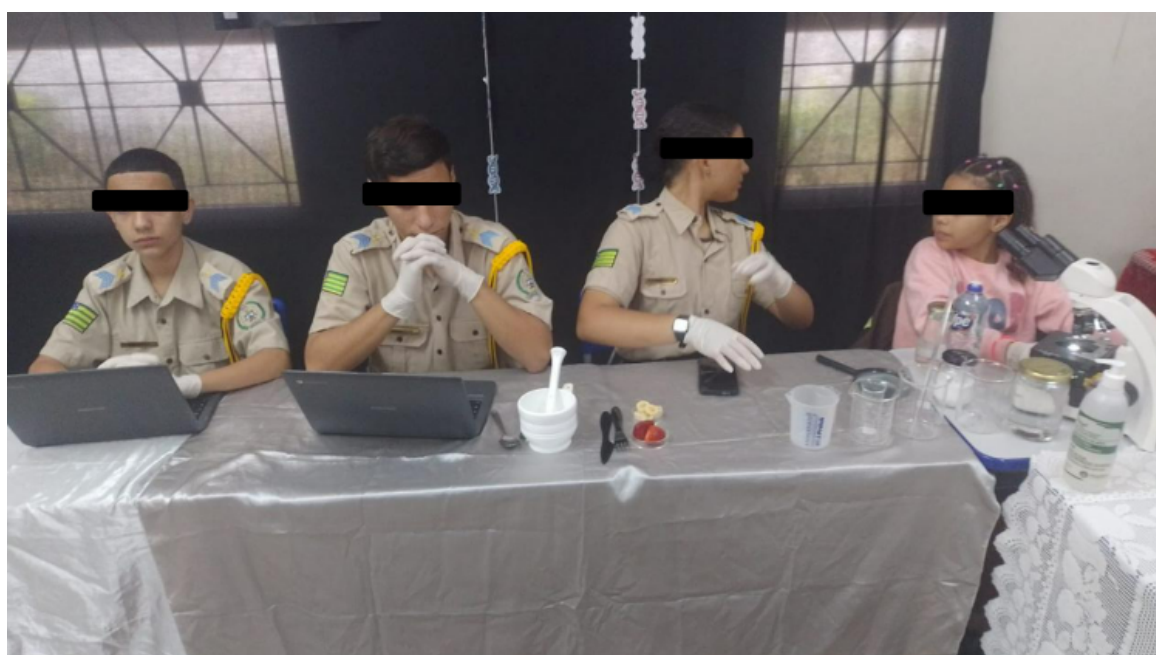


Figura 2: Alunos com os equipamentos necessários para fazer a demonstração do procedimento na feira de ciências

III. METODOLOGIA

Para investigar os dois temas centrais deste estudo – a extração de DNA do morango e o ensino baseado na teoria de Vygotsky –, foi utilizada uma metodologia qualitativa descritiva, com foco em análise documental e experimental. Essa abordagem permitiu compreender

como os conceitos teóricos e práticos desses dois campos se conectam à prática educacional e científica, considerando suas aplicações no ensino de ciências. A pesquisa é qualitativa, pois busca compreender fenômenos a partir da análise de seus significados e contextos. A pesquisa qualitativa é apropriada para estudos que pretendem explorar as percepções e interações humanas em ambientes específicos (CRESWELL, 2014). No caso deste trabalho, a investigação recai sobre as práticas educacionais relacionadas à biologia molecular e à pedagogia sociocultural.

O estudo foi realizado no ambiente escolar, durante aulas de ciências em sala de aula, utilizando a infraestrutura disponível na escola. A turma foi escolhida por já estar inserida no estudo da genética dentro da grade curricular. O professor responsável pela disciplina atuou como mediador e observador do processo.

Os dados foram coletados por meio de:

1. **Observações diretas** – Foram registradas as interações dos alunos durante a atividade, incluindo dúvidas, discussões e participação.
2. **Registros das intervenções do professor** – Foram anotadas as estratégias de mediação utilizadas para auxiliar os estudantes.
3. **Reflexões dos alunos** – Após a atividade, os estudantes participaram de uma roda de conversa para compartilhar suas percepções sobre a experiência.
4. **Avaliação diagnóstica** – Foram aplicadas perguntas antes e depois do experimento para verificar a evolução na compreensão do conteúdo.

5.1 Materiais Necessários por grupo de alunos:

- Morangos: 1 a 2 unidades médias (aproximadamente 100 g).
- Solução de extração:
 - Água morna: 100 mL.
 - Sal de cozinha (cloreto de sódio): 1/2 colher de chá (aproximadamente 2,5 g).
 - Detergente líquido neutro: 2 colheres de chá (aproximadamente 10 mL).
- Álcool etílico (gelado): 100 mL (70% ou superior).
- Sacos plásticos resistentes: 1 por grupo (para macerar os morangos).
- Filtros de café ou gaze: 1 unidade (para filtrar a mistura).
- Copo plástico ou bquer: 1 unidade (para coletar o filtrado).
- Palito de picolé ou hastes de plástico: 1 unidade (para puxar o DNA).
- Conta-gotas ou seringa descartável: 1 unidade (opcional, para adicionar o álcool).

5.2 Pesquisa experimental sobre a extração do DNA de morango

Para explorar o primeiro tema, foi conduzida uma atividade prática de extração de DNA do morango em um ambiente educacional, seguindo o método descrito por (KARP, 2008a). A prática consistiu em:

- Preparação de uma solução de extração contendo detergente e sal;

- Homogeneização do tecido do morango com a solução;
- Filtração da mistura para separação dos componentes celulares;
- Precipitação do DNA com álcool gelado.

A atividade teve início com uma introdução teórica, na qual o professor explicou conceitos fundamentais sobre DNA, células e genética, relacionando esses temas ao cotidiano dos alunos. Foram discutidas questões como a importância do DNA para os organismos vivos, sua função e estrutura, além das técnicas utilizadas para sua extração em laboratórios científicos. Em seguida, foi apresentado o propósito da prática experimental, destacando sua aplicabilidade na ciência e incentivando a curiosidade dos alunos sobre o método científico. Para a coleta de dados, foram utilizadas diferentes estratégias, incluindo observações diretas das interações dos alunos durante a atividade experimental, registros das intervenções do professor, reflexões dos alunos sobre a experiência e uma avaliação diagnóstica, composta por perguntas antes e depois da atividade para verificar a evolução da compreensão do conteúdo. Além de uma prova e uma apresentação de um seminário sobre o tema antes da prática.

Após a realização do experimento, os alunos participaram de uma roda de conversa, na qual compartilharam suas descobertas, dificuldades enfrentadas e impressões sobre a atividade. O professor retomou os conceitos apresentados no início da aula e relacionou cada etapa do experimento com os processos biológicos subjacentes, reforçando a importância da extração do DNA para pesquisas científicas e aplicações práticas, como engenharia genética e testes forenses. Para consolidar o aprendizado, foi realizada uma atividade reflexiva, na qual os estudantes responderam a perguntas sobre a experiência e a relação entre teoria e prática.

Os dados coletados foram analisados qualitativamente, considerando as falas dos alunos, as interações observadas durante o experimento e as respostas às perguntas antes e depois da atividade. A análise focou na identificação de avanços na compreensão do conceito de DNA, no impacto da mediação do professor e na percepção dos alunos sobre a importância da experimentação científica para o aprendizado.

A escolha dessa metodologia se justifica pela necessidade de compreender a dinâmica do aprendizado e a influência da interação social na construção do conhecimento, conforme proposto por Vygotsky. No entanto, algumas **limitações** foram identificadas, como o tempo disponível para a atividade dentro do cronograma escolar e a dificuldade inicial dos alunos em manipular os materiais e compreender as etapas do experimento sem auxílio. Apesar disso, a metodologia adotada permitiu verificar como a experimentação prática, aliada à mediação docente, potencializa a aprendizagem de maneira significativa, tornando conceitos complexos mais acessíveis e promovendo maior engajamento dos estudantes com o ensino de ciências.

No segundo tema, foi adotado o estudo de caso para investigar como a mediação e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) influenciam a compreensão da extração de DNA por estudantes. A atividade prática foi conduzida em uma turma de ensino fundamental, com os professores atuando como mediadores durante a realização do experimento.

Seguindo os princípios vygotskianos, o suporte pedagógico foi gradualmente reduzido à medida que os estudantes demonstravam autonomia no processo. Foram registradas

observações das interações em sala de aula, conforme recomendam Moll (1990) e Daniels (2001).

Durante a prática experimental, o professor desempenhou o papel de mediador, oferecendo suporte inicial para guiar os alunos na execução das etapas do experimento. Nos momentos iniciais, as intervenções foram mais frequentes e detalhadas, explicando os conceitos científicos relacionados à extração de DNA, como a função do detergente e do álcool no processo.

À medida que os alunos demonstraram maior familiaridade com as etapas, as orientações foram reduzidas, permitindo que eles tomassem decisões de forma mais autônoma. Por exemplo, após o primeiro ciclo de instruções, o professor apenas respondia a perguntas pontuais ou intervia em situações de dúvida. Essa redução gradual de suporte segue os princípios da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), propostos por Vygotsky (1984), em que a ajuda externa é retirada conforme o aprendiz ganha independência.

IV. RELATO DE EXPERIÊNCIA

Ao término da atividade, os alunos participaram de uma roda de conversa para refletirem sobre a experiência. Muitos relataram que o formato prático tornou o aprendizado mais interessante e compreensível, especialmente em relação a conceitos abstratos, como a composição celular e a função do DNA. As reflexões reforçam a ideia de que a mediação e a interação social são fundamentais no aprendizado, como apontado por Moll (1990), pois criam um ambiente de troca que estimula a construção coletiva do conhecimento.

No início da atividade, os alunos demonstraram insegurança ao lidar com os materiais e seguir os protocolos do experimento. Alguns apresentaram dificuldades em interpretar as etapas ou compreender o papel de cada substância usada. Essas dificuldades foram reduzidas significativamente após a primeira rodada de intervenções e explicações do professor. No final da atividade, foi evidente a evolução no nível de autonomia dos estudantes.

Eles conseguiram repetir o processo com pouca ou nenhuma orientação, além de demonstrar uma compreensão mais profunda dos conceitos envolvidos. Em avaliações rápidas, como perguntas orais e pequenos resumos escritos, os alunos conseguiram descrever o experimento de forma clara e relacionar o conteúdo à teoria apresentada em sala.

Essa evolução demonstra a eficácia do uso de estratégias baseadas na ZDP. Daniels (2001) afirma que o aprendizado significativo ocorre quando o suporte é ajustado às necessidades do aprendiz, permitindo progressos consistentes e sustentáveis.

V. CONCLUSÃO

A realização da atividade de extração de DNA do morango em sala de aula permitiu demonstrar como a experimentação prática pode tornar o ensino de ciências mais acessível e significativo para os alunos. Os resultados observados confirmam que a abordagem fundamentada na teoria de Lev Vygotsky, por meio da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e da mediação docente, favoreceu a construção do conhecimento sobre genética e biologia molecular. Os estudantes não apenas visualizaram um conceito abstrato de maneira

concreta, mas também desenvolveram habilidades investigativas e colaborativas ao longo do processo.

A análise das interações em sala revelou que os alunos se engajaram ativamente na experiência, demonstrando interesse e curiosidade científica. O experimento proporcionou um ambiente propício para o aprendizado cooperativo, no qual os participantes trocaram conhecimentos, compartilharam percepções e solucionaram problemas em conjunto. Além disso, as reflexões pós-atividade indicaram que a maioria dos alunos assimilou melhor os conceitos genéticos ao relacioná-los diretamente com a prática experimental.

O impacto dessa experiência se estendeu além do aprendizado de genética. A metodologia adotada incentivou a autonomia dos alunos, estimulando-os a explorar o método científico, formular hipóteses, realizar observações e registrar conclusões. Essa abordagem está alinhada com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que valoriza a investigação científica como ferramenta essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico e da alfabetização científica no ensino fundamental.

Apesar dos resultados positivos, alguns desafios foram identificados. A limitação de tempo para a realização da atividade dentro do cronograma escolar exigiu planejamento cuidadoso para garantir que todos os alunos participassem ativamente. Além disso, a necessidade de suporte inicial para a execução do experimento destacou a importância da mediação docente na introdução de atividades práticas em ambientes de ensino. Como sugestão para futuras aplicações, recomenda-se o aprimoramento das estratégias de avaliação da aprendizagem, incluindo atividades escritas mais aprofundadas ou a produção de relatórios pelos alunos, a fim de reforçar a conexão entre teoria e prática.

Outro desdobramento interessante seria a ampliação do uso de metodologias experimentais para o ensino de outras áreas da biologia, como microbiologia e ecologia, proporcionando aos alunos um contato mais frequente com práticas investigativas. Além disso, a replicação desse estudo em diferentes contextos escolares poderia contribuir para uma análise comparativa dos impactos da experimentação na aprendizagem, considerando variáveis como idade dos alunos, nível de familiaridade com o conteúdo e disponibilidade de recursos.

Por fim, esta pesquisa reforça a relevância das metodologias ativas no ensino de ciências, evidenciando que a experimentação aliada à mediação pedagógica pode transformar o aprendizado e despertar nos alunos um interesse genuíno pela ciência. Ao proporcionar experiências concretas e interativas, a educação científica se torna mais democrática e envolvente, preparando os estudantes não apenas para compreender os conceitos biológicos, mas também para aplicar o pensamento científico em diferentes áreas do conhecimento e na resolução de problemas do cotidiano. Dessa forma, este estudo contribui para o fortalecimento de práticas pedagógicas inovadoras e para a construção de uma educação mais dinâmica, investigativa e integrada à realidade dos alunos.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. [S.l.]: Teachers College Press, 2006. 86

- AUSUBEL, D. P. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton, 1963.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 2011.
- CRESWELL, J. W. *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Thousand Oaks: Sage, 2014. 90
- DANIELS, H. *Vygotsky and pedagogy*. London: Routledge, 2001. 92
- FREEMAN, S. et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 23, p. 8410–8415, 2014. 86
- HANCOCK, J. F. *Strawberries*. Wallingford: CABI, 1999. 85, 87
- HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, v. 88, n. 1, p. 28–54, 2004. 86
- KARP, G. *Biologia celular e molecular: conceitos e experimentos*. 5. ed. São Paulo: Artmed, 2008. 85, 90
- KARP, G. *Biology: A laboratory manual*. New York: McGraw-Hill Education, 2008. 87
- MOLL, L. C. (Ed.). *Vygotsky and education: Instructional implications and applications of sociohistorical psychology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 86, 88, 92
- VEER, R. van der; VALSINER, J. *Understanding Vygotsky: A quest for synthesis*. Oxford: Blackwell Publishing, 1991.
- VYGOTSKY, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978. 83, 84, 86, 87, 88
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1984. 92
- VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.
- WATSON, J. D.; CRICK, F. H. C. Molecular structure of nucleic acids: A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature*, v. 171, n. 4356, p. 737–738, 1953. 87
- WEISBLAT, D. A.; KLOECKNER, M. J. The strawberry dna extraction activity: Combining experiments with active learning in molecular biology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 2011.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: Planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman, 2005.



O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CRÍTICO E CIENTÍFICO DOS ESTUDANTES COM ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO POR MEIO DA APRENDIZAGEM INVESTIGATIVA NO PARQUE ECOLÓGICO DO RIACHO FUNDO I

THE DEVELOPMENT OF CRITICAL AND SCIENTIFIC THINKING OF STUDENTS WITH HIGH SKILLS/GIFTEDNESS THROUGH INVESTIGATIVE LEARNING IN THE RIACHO FUNDO I ECOLOGICAL PARK

LILIAN TATIANE SOUZA DIAS, RONNI GERALDO GOMES DE AMORIM

Universidade de Brasília: Instituto de Física

Resumo

A investigação científica em ambientes naturais é uma estratégia eficaz para desenvolver o pensamento crítico e criativo de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD). O Parque Ecológico do Riacho Fundo I, no Distrito Federal, oferece um espaço ideal para atividades investigativas, promovendo o contato direto com a biodiversidade e questões ambientais. Esta pesquisa destaca a importância de metodologias ativas que incentivem o protagonismo e a autonomia intelectual dos estudantes, permitindo a construção de conhecimentos interdisciplinares de forma significativa. A proposta busca responder: como a aprendizagem investigativa no parque contribui para o pensamento crítico e científico de estudantes com AH/SD? Além disso, pretende-se compreender como essa vivência influencia sua percepção ambiental e relação com a preservação ecológica. A relevância do estudo está na necessidade de práticas pedagógicas especializadas que ampliem o potencial desses estudantes, associando ciência e meio ambiente. Os objetivos incluem analisar o impacto da aprendizagem investigativa no desenvolvimento do pensamento científico e crítico, identificar temas ambientais de interesse, compreender como o ambiente natural contribui na construção do conhecimento e propor estratégias eficazes para o ensino de Ciências. A pesquisa adota abordagem qualitativa, com observação participante, diário de campo e análise das produções dos estudantes da Sala de Recursos para AH/SD. A metodologia envolve o registro e análise interpretativa das atividades realizadas no parque. Espera-se que os resultados contribuam para o aprimoramento das práticas pedagógicas inclusivas, valorizando o pensamento crítico, a criatividade e a consciência ambiental, promovendo a formação integral dos estudantes.

Palavras-chave: 1. Altas Habilidades/Superdotação. 2. Investigação Científica. 3. Educação Ambiental.

Abstract

Scientific research in natural environments is an effective strategy to develop the critical and creative thinking of students with High Abilities/Giftedness (AH/SD). The Riacho Fundo I Ecological Park, in the Federal District, offers an ideal space for research activities, promoting direct contact with biodiversity and environmental issues. This research highlights the importance of active methodologies that encourage students' protagonism and intellectual autonomy, allowing the construction of interdisciplinary knowledge in a significant way. The proposal seeks to answer: how does investigative learning in the park contribute to critical and scientific thinking of students with AH/SD? In addition, it is intended to understand how this experience influences their environmental perception and relationship with ecological preservation. The relevance of the study is in the need for specialized pedagogical practices that broaden the potential of these students, associating science and environment. The objectives include analyzing the impact of investigative learning on the development of scientific and critical thinking, identifying environmental issues of interest, understand how the natural environment contributes to the construction of knowledge and propose effective strategies for teaching Sciences. The research adopts a qualitative approach, with participant observation, field diary and analysis of the productions of students from the Resource Room for AH/SD. The methodology involves the recording and interpretative analysis of the activities carried out in the park. It is hoped that the results will contribute to the improvement of inclusive pedagogical practices, valuing critical thinking, creativity and environmental awareness, promoting the integral formation of students.

Keywords: 1. High Skills/Giftedness. 2. Scientific Research. 3. Environmental Education.

I. INTRODUÇÃO

A investigação científica no ambiente natural proporciona uma experiência enriquecedora para estudantes com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD), estimulando o pensamento crítico, a criatividade e o aprofundamento de conhecimentos interdisciplinares. Nesse contexto, o Parque Ecológico do Riacho Fundo I, situado no Distrito Federal, oferece um espaço privilegiado para a realização de atividades investigativas, permitindo que os alunos explorem a biodiversidade local, os ecossistemas e os impactos ambientais.

A educação de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação (AH/SD) requer abordagens diferenciadas e enriquecedoras, que proporcionem desafios e estimulem o pensamento crítico e criativo. Nesse contexto, os processos investigativos surgem como metodologias eficazes para envolver os alunos em experiências de aprendizagem significativas, promovendo o desenvolvimento de habilidades científicas e a autonomia intelectual. Este trabalho apresenta um processo investigativo realizado no Parque Ecológico do Riacho Fundo I, com estudantes atendidos na Sala de Recursos para Altas Habilidades/Superdotação, visando a exploração do meio ambiente como espaço de aprendizagem.

Diante disso, este trabalho busca responder a principal questão que orienta esta investigação é: como a experiência de aprendizagem investigativa no Parque Ecológico do Riacho Fundo I contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico dos

estudantes com Altas Habilidades/Superdotação? Além disso, pretende-se compreender de que forma a vivência em um ambiente natural influencia a percepção ambiental desses estudantes e sua relação com a preservação ecológica. A partir dessa indagação, espera-se compreender de que forma a interação direta com o ambiente natural pode potencializar os processos cognitivos desses alunos e estimular sua capacidade de investigação e resolução de problemas.

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de metodologias diferenciadas para atender às especificidades de estudantes com AH/SD, proporcionando oportunidades que ampliem seus interesses e potencialidades. O contato com a natureza, associado à pesquisa científica, favorece o desenvolvimento de habilidades de investigação, colaboração e protagonismo, promovendo um ensino significativo e alinhado às suas demandas educacionais. Além disso, a abordagem prática contribui para a sensibilização ambiental, estimulando a conscientização sobre a preservação dos ecossistemas locais.

Os objetivos da pesquisa partiram do objetivo geral de analisar o impacto da aprendizagem investigativa no Parque Ecológico do Riacho Fundo I para o desenvolvimento do pensamento científico, crítico e da consciência ambiental dos estudantes com Altas Habilidades/Superdotação, sendo assim foram definidos os objetivos específicos:

- a) Identificar os temas ambientais de maior interesse dos estudantes durante as atividades investigativas no Parque.
- b) Analisar como a experiência no ambiente natural influencia a construção do conhecimento, a percepção ambiental e o aprendizado dos alunos.
- c) Avaliar a contribuição do método investigativo para o desenvolvimento das habilidades científicas, criatividade e raciocínio lógico dos estudantes.
- d) Propor e identificar estratégias pedagógicas eficazes para o ensino de Ciências e aprimoramento do atendimento educacional especializado de alunos com AH/SD em ambientes naturais.

Este estudo foi conduzido por meio de uma abordagem qualitativa, baseada na pesquisa exploratória e na observação participante. A atividade foi realizada com estudantes atendidos na Sala de Recursos para Altas Habilidades/Superdotação, utilizando o Parque Ecológico do Riacho Fundo I como espaço de investigação. A metodologia envolverá registros em diários de bordo, fotografias, análise das produções dos alunos. A partir dessas informações, será realizada uma análise interpretativa dos dados, visando compreender os impactos da experiência no aprendizado e desenvolvimento dos estudantes.

Além desta introdução, o trabalho está organizado nas seguintes seções: a Fundamentação Teórica com a apresentação das bases teóricas que embasam a pesquisa, incluindo revisão bibliográfica sobre Altas Habilidades/Superdotação, metodologias investigativas na educação e educação ambiental. A Metodologia com a descrição detalhada do percurso metodológico adotado para o desenvolvimento da pesquisa. O Relato de Experiência com a apresentação dos achados da pesquisa e sua discussão à luz do referencial teórico. E por fim, as conclusões com as reflexões sobre os resultados obtidos, limitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

II.1. Referencial Teórico Educacional

A educação de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação tem sido objeto de diversos estudos que destacam a necessidade de metodologias diferenciadas para estimular seu potencial (Renzulli, 2018; Alencar, Braga e Marinho (2016); Alencar e Fleith, 2003). A aprendizagem investigativa, baseada na construção ativa do conhecimento, tem demonstrado eficácia no desenvolvimento do pensamento crítico e criativo desses estudantes (Piske et al., 2021). Além disso, a Aprendizagem Baseada em Investigação (ABP) é utilizada como referência metodológica para estimular a autonomia e a resolução de problemas (Fonseca, 2020).

A concepção de superdotação segundo Joseph Renzulli (2018) é fundamentada na Teoria dos Três Anéis, que considera a superdotação como a interação entre habilidades acima da média, criatividade e envolvimento com a tarefa. Além disso, Renzulli (2018) apresenta três subteorias complementares: o Modelo Triádico de Enriquecimento, a Operação Houndstooth e as Funções Executivas, conforme a Figura 1:

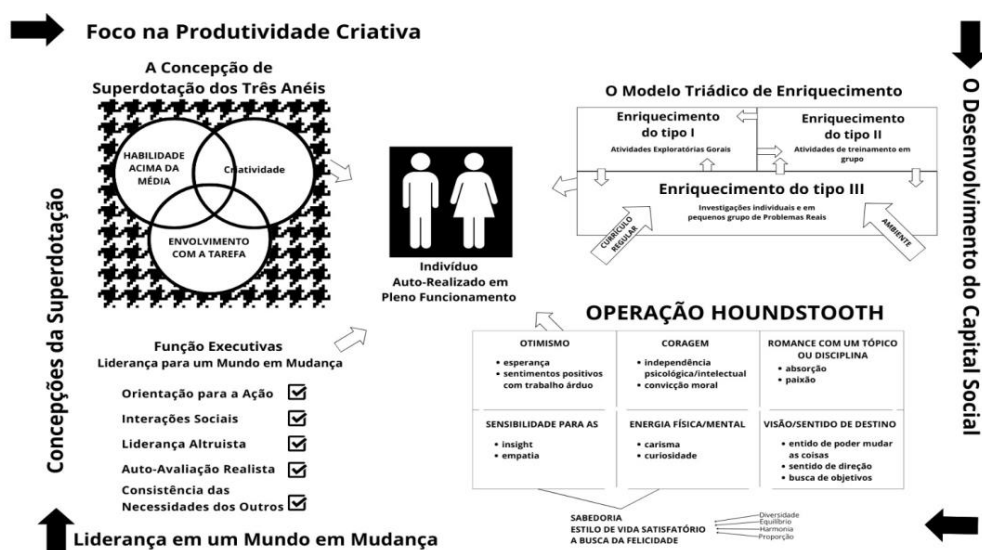


Figura 1: Uma teoria de quatro partes para o desenvolvimento de talentos

Fonte: Renzulli (2018, p. 24)

O Modelo Triádico de Enriquecimento propõe atividades diferenciadas para atender às necessidades dos estudantes superdotados. As atividades do Tipo I promovem exposições gerais a diversos temas, as do Tipo II desenvolvem habilidades processuais e cognitivas, e as do Tipo III incentivam investigações independentes, permitindo uma aprendizagem personalizada e aprofundada.

A Operação Houndstooth destaca a importância de fatores emocionais e sociais, como empatia, ética e responsabilidade social, no desenvolvimento do talento. Já as Funções Executivas englobam processos mentais essenciais, como planejamento, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, que auxiliam no gerenciamento de tarefas complexas.

Renzulli (2018) distingue dois tipos de superdotação: a escolar, relacionada ao alto desempenho acadêmico, e a criativo-produtiva, que envolve inovação e resolução de problemas. Ele enfatiza que a superdotação não é uma característica fixa, mas um comportamento que pode ser desenvolvido em diferentes áreas, influenciado por fatores genéticos, ambientais e individuais.

O Currículo em Movimento da Educação Básica da Educação Especial (2018) afirma que de uma modo geral, a inclusão de estudantes superdotados envolve assegurar a todos um acesso contínuo aos espaços compartilhados na sociedade. Esse processo é guiado pelo acolhimento à diversidade humana, pela valorização das diferenças individuais e pelo compromisso coletivo em proporcionar oportunidades equitativas de desenvolvimento com qualidade em todas as áreas da vida.

II.2. Referencial Teórico de Ciências

A educação ambiental é um dos pilares deste estudo, sendo fundamental para a compreensão das relações ecológicas e da preservação dos recursos naturais (Jacobi, 2003). Estudos sobre a importância da vivência em ambientes naturais demonstram que a aprendizagem fora da sala de aula contribui para a formação de uma consciência ambiental crítica (Loureiro, 2019).

Na BNCC (2018) a educação formal, a área de Ciências da Natureza desempenha um papel essencial na formação integral dos estudantes. Durante o Ensino Fundamental, seu compromisso está voltado para o desenvolvimento do letramento científico, que vai além da simples compreensão dos conceitos científicos. Ele envolve a capacidade de interpretar e interagir com o mundo natural, social e tecnológico, além de transformá-lo com base nos conhecimentos científicos. Dessa forma, o objetivo do letramento científico não se limita à assimilação da ciência em si, mas busca capacitar os indivíduos para atuar de maneira crítica e consciente na sociedade, promovendo o exercício pleno da cidadania.

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (BRASIL, 2018, p. 319) .

Diante disso, é relevante considerar o que está descrito no Currículo em Movimento do Ensino Fundamental Anos Iniciais e Finais (2018):

É consenso, dentro na área, que o ensino de Ciências deve promover uma apropriação crítica do conhecimento científico na perspectiva do letramento científico, que, segundo Mamede e Zimmermann (2005, p. 479), [...] se refere ao uso do conhecimento científico e tecnológico no cotidiano, no interior de um contexto sóciohistórico específico. Assim, o processo formativo em Ciências deve fornecer subsídios para que os estudantes interpretem fatos, fenômenos e processos naturais e compreendam o conjunto de aparatos e procedimentos tecnológicos do cotidiano

doméstico, social e profissional, tornando-se, assim, capazes de tomar decisões conscientes e se posicionarem como sujeitos autônomos e críticos (DISTRITO FEDERAL, p. 207, 2018).

E ainda afirma:

Nessa concepção, a problematização do mundo será a fonte da qual emergirá todas as outras ações do processo educativo, em um sentido que supera a simples transmissão do conhecimento, memorização e resolução de questionários ou de problemas e exercícios exemplares. O ato educativo do ensino das Ciências da Natureza orbita em torno de situações de aprendizagem, com foco em questões mobilizadoras que possibilitem a aproximação gradativa dos estudantes aos conhecimentos, aos procedimentos e aos principais processos e práticas científicas, como ações investigativas fundadas em problematizações, levantamento de hipóteses, experimentações, análises de dados e conclusões, promovendo a iniciação científica (DISTRITO FEDERAL, p. 207-208, 2018).



Figura 2: *Etapas das situações de aprendizagem para o trabalho pedagógico*

Fonte: (Distrito Federal, p. 208, 2018).

No Currículo em Movimento do Ensino Fundamental Anos Iniciais e Finais (2018) de Ciências da Natureza, essas aprendizagens são estruturadas em três unidades temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo, articulando ciência, tecnologia, sociedade e inovação. Em particular, a unidade Vida e Evolução busca compreender os processos essenciais para a manutenção da vida e a diversidade gerada pela evolução, além de enfatizar a importância dos ecossistemas e sua conservação. De acordo com o documento, o estudo das interações entre os seres vivos e entre estes e os elementos não vivos do ambiente destaca a relevância da preservação da biodiversidade nos ecossistemas brasileiros. Nos Anos Iniciais, a abordagem pedagógica considera as experiências, emoções e percepções dos estudantes, organizando os conhecimentos a partir da compreensão do próprio corpo e dos organismos ao redor. Além disso, explora-se a relação nutricional dos indivíduos

com o meio e outros seres. Segundo Santos e Fagionato-Ruffino nos anos iniciais do Ensino Fundamental, as crianças têm um primeiro contato com conceitos de ambiente e diversidade ambiental, além das mudanças causadas pela ação humana. Nessa fase, elas começam a desenvolver habilidades de observação, comparação, pesquisa e registro de informações.

Dessa forma, a fundamentação teórica deste trabalho busca integrar os aspectos pedagógicos e científicos da experiência investigativa realizada, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para o ensino de estudantes com Altas Habilidades/Superdotação.

III. METODOLOGIA

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, por meio de um estudo de caso com estudantes da Sala de Recursos para Altas Habilidades/Superdotação. A coleta de dados ocorreu por meio de observação participante, registros em diário de campo e os estudantes e professores envolvidos. A análise dos dados foi realizada com base na técnica de análise de conteúdo, buscando compreender as experiências vivenciadas e suas implicações para o processo de aprendizagem.

De acordo com Moreira (2016), a pesquisa estuda objetos ou eventos que ocorrem naturalmente ou são provocados, exigindo registros como observações, medidas, gravações e questionários. Esses registros são analisados, categorizados e interpretados para gerar respostas provisórias. Além disso, a pesquisa sempre possui um método (fazer) e um referencial teórico (pensar), que pode ser previsto ou construído ao longo do estudo. Assim, a produção do conhecimento ocorre por meio da interação contínua entre teoria e metodologia.

A pesquisa foi realizada em uma Sala de Recursos Específica para Altas Habilidades/Superdotação-Acadêmica-Atividades, modalidade prevista na Estratégia de Matrícula da SEEDF (Distrito Federal, 2024). Participaram 30 estudantes do 1º ao 5º ano do Ensino Fundamental I, distribuídos em 16 unidades escolares, sendo 12 da rede pública (10 no Distrito Federal e 2 em Goiás) e 4 da rede privada. A turma era composta por 7 meninas e 23 meninos, incluindo três estudantes com Transtorno do Espectro Autista (TEA). Do total, 10 já foram formalmente identificados com AH/SD, enquanto 20 ainda estão em processo de avaliação.

O diário de bordo do Projeto Parque Educador, realizado no Parque Ecológico Riacho Fundo em 2024, foi elaborado com uma identidade visual clara e moderna, o diário apresenta elementos gráficos que remetem à natureza, incluindo o logotipo do Parque e ícones estilizados das altas habilidades/superdotação. A organização é simples e objetiva, dispondo de campos específicos para os relatos dos estudantes, com duas seções idênticas por página, permitindo o registro de dois dias em cada folha.

Cada seção do diário contém campos para identificação com nome, data, dia, mês, ano e turno da visita. Além disso, há espaços destinados ao registro das percepções dos estudantes, como o que consideraram mais interessante, promovendo a reflexão sobre aprendizagens significativas, e o que não gostaram, possibilitando o apontamento de incômodos ou sugestões de melhoria.

O diário de bordo constitui uma relevante estratégia pedagógica para o registro reflexivo

e qualitativo das vivências ao longo dos quatro dias do Programa Parque Educador. Seu preenchimento estimula o desenvolvimento do pensamento crítico, a expressão de percepções pessoais e a identificação de aspectos positivos e negativos das atividades realizadas. Além de favorecer a autoavaliação e o protagonismo estudantil, a estratégia possibilita à equipe pedagógica realizar uma avaliação qualitativa da experiência, identificando pontos de aprimoramento e promovendo discussões coletivas sobre as percepções dos participantes, fortalecendo a compreensão da relação com o espaço natural e a valorização da conservação ambiental.

Projeto Parque Educador
Parque Ecológico Riacho Fundo
2º/2024

DIÁRIO de Bordo
AEE/Polo de Altas Habilidades/Superdotação
CAIC Santa Maria - Acadêmico - Atividades
Professora-Tutora: Lilian Taitane

Nome: _____ Data: ____/____/____

Escreva o dia, mês, ano e turno da visita: _____
O que você considerou mais interessante? _____
O que você não gostou? _____

Data: ____/____/____

Escreva o dia, mês, ano e turno da visita: _____
O que você considerou mais interessante? _____
O que você não gostou? _____

Pág. 2 de 4

Figura 3: *Diário de Bordo - Visita Mediada ao Parque Ecológico do Riacho Fundo I*

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024)

IV. RELATO DE EXPERIÊNCIA

Nossa turma de Altas Habilidades/ Superdotação -Acadêmico Atividades foi selecionada para participar do Projeto Parque Educador que é um projeto da SEEDF em parceria com a Secretaria do Meio Ambiente do Distrito Federal. O projeto tem como foco principal receber estudantes da rede pública do DF para realização de ações de educação integral, ambiental e patrimonial.

As atividades propostas pelo Programa são desenvolvidas por professores especializados em algumas unidades de conservação ambiental (parques). Tendo como objetivo fortalecer a Educação Ambiental no DF e ampliar os espaços educativos das escolas públicas.

O Programa Parque Educador é divulgado por meio de edital divulgado na página da SEEDF e após a seleção das escolhas que participarão ocorre a convocação de no mínimo dois profissionais da escola para uma formação sobre a proposta pedagógica do Programa, conforme a Figura 4:



Figura 4: Formação dos professores das escolas selecionadas .
Fonte: Arquivo da pesquisadora 2024.

Os estudantes participaram de 4 encontros em que foram feitas aulas com temas específicos sobre os parques, meio ambiente, reciclagem de lixo, trilhas, entre outros. Os estudantes foram às visitas em quatro (4) quintas feiras da última semana de cada mês, o programa começou em agosto e terminou em novembro de 2024. As visitas foram confirmadas semanalmente através da agenda. Os estudantes foram acompanhados pela Professora-Tutora da turma e pela Professora- Itinerante do atendimento AH/SD, além da equipe que já trabalha no Parque, composta por duas professoras. No dia das visitas, os estudantes foram orientados a aplicarem o repelente e protetor solar ainda em casa. Devem ir com a seguinte roupa: Calça comprida, camiseta, boné e tênis. Devem levar uma garrafinha com água e um lanche saudável para ser consumido no parque (exemplo: frutas, alimentos caseiros, bolos, sanduíches naturais simples, sucos caseiros e etc. Evitar: refrigerantes, salgadinhos, biscoitos recheados, balinhas e doces). Caso não estivesse com a roupa adequada, o/a estudante seria impedido de participar no dia, Normas do Projeto. Junto à autorização tivemos também o Termo de Uso de Imagem específico para o projeto parque educador que deverá ser preenchido e enviado de volta à escola.

Considerando o que as autoras Galianzi e Moraes (2002):

Assumir o educar pela pesquisa implica em assumir a investigação como expediente cotidiano na atividade docente. O pesquisar passa a ser princípio metodológico diário de aula. O trabalho de aula gira permanentemente em torno do questionamento reconstrutivo de conhecimentos já existentes, que vai além do conhecimento de senso comum, mas o engloba e enriquece com outros tipos de conhecimento dos alunos e da construção de novos argumentos que serão validados em comunidades de discussão crítica (Galianzi e Moraes, p. 2, 2002).

O Parque Ecológico do Riacho Fundo é uma área de preservação que abriga nascentes,

um viveiro de plantas nativas do Cerrado e diversas trilhas para caminhadas. O Parque é administrado pelo Instituto Brasília Ambiental e oferece um espaço para atividades recreativas e educativas. A atividade realizada pelos estudantes do Polo de Altas Habilidades/Superdotação de Santa Maria/DF foi desenvolvida com uma abordagem investigativa e exploratória, promovendo aprendizagens significativas por meio de experiências práticas e interativas no parque. A partir dessa proposta, os estudantes puderam vivenciar momentos de integração com a natureza e aprofundar seus conhecimentos sobre o Bioma do Cerrado, a preservação ambiental e a expressão artística, fortalecendo o protagonismo infanto-juvenil e a responsabilidade socioambiental.

Inicialmente, a acolhida e apresentação do parque (Figura 5) proporcionaram aos estudantes uma contextualização histórica e ambiental do espaço, criando um vínculo inicial com o local e estimulando a curiosidade investigativa. Durante a apresentação, foram destacados aspectos relevantes da criação e preservação da área, promovendo reflexões sobre a importância de manter e valorizar espaços naturais protegidos.



Figura 5: Acolhida e apresentação do Parque Ecológico e sua história.

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

Em seguida, ocorreu a visita ao viveiro de plantas (Figura 6), momento em que os estudantes participaram da identificação de espécies vegetais, compreendendo a diversidade botânica presente no parque. Além disso, aprenderam sobre a propagação de espécies nativas, desenvolvendo habilidades de observação e interpretação dos processos naturais. A discussão sobre o papel das plantas na manutenção da biodiversidade local incentivou a conscientização ambiental e a valorização dos recursos naturais.



Figura 6: *Visita ao Viveiro de plantas.*
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

Outro momento significativo foi a "Toca Literária: Bioma do Cerrado"(Figura 7), que proporcionou uma imersão cultural e educativa, com reflexões sobre o Cerrado e sua biodiversidade. Os estudantes exploraram a fauna, flora e características geográficas do bioma, fortalecendo a conexão entre literatura e educação ambiental. Essa atividade também possibilitou o desenvolvimento da expressão oral e escrita, ampliando o repertório cultural dos participantes.



Figura 7: *Toca Literária sobre o Bioma do Cerrado .*
Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

Na sequência, foi realizada a oficina de desenho e pintura com tinta natural (Figura 8), em que os estudantes, inspirados pelos animais do Cerrado, expressaram sua criativi-

dade utilizando pigmentos naturais. Essa experiência uniu arte e ciência, promovendo a compreensão sobre práticas sustentáveis e o desenvolvimento da sensibilidade estética e da consciência ecológica.



Figura 8: Oficina de desenho e pintura dos animais do Bioma do Cerrado com tinta natural.

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

A caminhada investigativa pela trilha (Figura 9) proporcionou a observação direta da flora e fauna locais, desenvolvendo habilidades de exploração e reconhecimento de espécies. Orientados a identificar características específicas dos seres vivos encontrados, os estudantes ampliaram sua compreensão sistêmica do bioma, destacando a interdependência entre os elementos da biodiversidade. Em outro momento, os estudantes realizaram a observação das nascentes do Bioma do Cerrado (Figura 10), compreendendo a importância da preservação das águas para a manutenção da vida. A discussão abrangeu o ciclo da água e a vulnerabilidade dos recursos hídricos no Cerrado, reforçando o protagonismo juvenil na preservação ambiental.



Figura 9: Caminhada pela trilha para a observação da flora e fauna nativa.

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).



Figura 10: Aspectos das nascentes para o Bioma do Cerrado.

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

Um dos pontos altos da atividade foi o plantio coletivo do Jacarandá-Mimoso (Figura 11), simbolizando o compromisso dos estudantes com a preservação ambiental e o legado da turma do Polo de Altas Habilidades/Superdotação. Essa ação prática reforçou o sentimento de pertencimento e responsabilidade socioambiental, fortalecendo o vínculo com o espaço e com a natureza. Ao longo das atividades, ficou evidente a articulação entre investigação científica, criatividade e momentos de descontração (Figura 12), valorizando o protagonismo dos estudantes e sua capacidade de interagir com o meio ambiente de forma crítica e reflexiva. A integração de diferentes saberes favoreceu o desenvolvimento de competências investigativas e artísticas, consolidando uma prática educativa inclusiva e contextualizada.



Figura 11: O processo coletivo na plantação do Jacarandá-Mimoso representando a nossa turma do Polo de Altas Habilidades/ Superdotação de Santa Maria/DF.

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).



Figura 12: *Investigação, criatividade e diversão no parque.*

Fonte: Arquivo da pesquisadora (2024).

V. CONCLUSÃO

Este trabalho contribuiu para a ampliação de estratégias educacionais inovadoras, reforçando a importância do ensino investigativo e da educação ambiental no contexto do atendimento especializado a estudantes com Altas Habilidades/Superdotação, contemplando a proposta pedagógica prevista no Modelo Triádico de Enriquecimento de Renzulli, que orienta uma abordagem educacional para proporcionar uma variedade de experiências de aprendizagem que atendam às necessidades dos estudantes com Altas Habilidades/Superdotação na perspectiva de potencializar as características esperadas da superdotação acadêmica escolar com atividades que os estudantes explorem mais profundamente suas possíveis áreas de interesse e desenvolvam habilidades avançadas.

Para promover a aprendizagem investigativa, é essencial estimular progressivamente os estudantes no planejamento e na realização colaborativa de investigações, bem como no compartilhamento de seus resultados. Isso não implica seguir etapas rígidas ou apenas manipular objetos e realizar experimentos. Pelo contrário, exige a organização de atividades que partam de questões desafiadoras, considerando a diversidade cultural, despertando o interesse e a curiosidade científica. Dessa forma, os estudantes devem ser incentivados a definir problemas, analisar e representar dados, comunicar conclusões e propor intervenções. Esse processo investigativo deve ser contínuo ao longo da educação básica, permitindo uma revisão reflexiva do conhecimento e da compreensão do mundo.

De maneira geral, o Programa do Parque Educador contribuiu para reforçar a importância de preservar áreas naturais e promover a educação ambiental como estratégia essencial para a conservação da biodiversidade. Iniciativas como essa não só enriquecem o aprendizado dos participantes, mas também contribuem para a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, E. M. L. S. DE; FLEITH, D. DE S. *Criatividade: Múltiplas perspectivas*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2003a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023:2018 Informação e documentação: Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília (2018). Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 23 de outubro de 2024.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. LDBEN 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília: Presidência da República. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos, 1996.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 jun. 2014.

BRASIL. Lei nº 5.692, de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 12 ago. 1971.

BRASIL. Lei nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 dez. 1961.

DISTRITO FEDERAL. Decreto nº 36.461, de 9 de abril de 2015. Regulamenta a Lei nº 5.372, de 11 de agosto de 2014, que dispõe sobre o atendimento educacional especializado para estudantes com altas habilidades/superdotação no Distrito Federal. Diário Oficial do Distrito Federal: Brasília, DF, 10 abr. 2015.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 5.372, de 11 de agosto de 2014. Dispõe sobre o atendimento educacional especializado para estudantes com altas habilidades/superdotação no âmbito do Distrito Federal. Diário Oficial do Distrito Federal: Brasília, DF, 12 ago. 2014.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 5.606, de 22 de julho de 2016. Institui o Dia Distrital da Pessoa com Altas Habilidades/Superdotação, a ser comemorado anualmente no dia 11 de novembro. Diário Oficial do Distrito Federal: Brasília, DF, 25 jul. 2016.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 6.919 de 28 de Julho de 2021. Institui o Dia do Profissional das Altas Habilidades/Superdotação no dia 20 de agosto. Diário Oficial do Distrito Federal: Brasília, DF, 19 ago. 2021.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Currículo em Movimento do Distrito Federal - Ensino Fundamental Anos Iniciais Anos Finais . Brasília: SEEDF, 2018.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Currículo em Movimento da Educação Básica Especial. Brasília: SEEDF, 2018.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Estratégia de Matrícula. Brasília: SEEDF, 2024.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Orientação Pedagógica Educação Especial. Brasília: SEEDF, 2010.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio da pesquisa social. In: DESLANDES, S. F.; GOMES, R.; MINAYO, M. C. S. (Org.). Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. Revista e atualizada. 28. ed. Petrópolis: Vozes, p. 9-29, 2009.

MOREIRA, Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências.

Comportamentalismo, Construtivismo e Humanismo. Porto Alegre, Brasil, 2016.

PISKE, Fernanda Hellen Ribeiro; STOLTZ, Tania. Criatividade na pedagogia sociointeracionista e na Pedagogia Waldorf: implicações para o trabalho com superdotados. Educar em Revista, [S. l.], v. 37, 2021. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/81545>. Acesso em: 8 mar. 2025.

RENZULLI, J.S. Reexaminando o papel da educação para superdotados e o desenvolvimento de talentos para o século XXI: uma abordagem teórica em quatro partes. In: VIRGOLIM, A. (org.). Altas habilidades/superdotação, processos criativos, afetivos e desenvolvimento das potencialidades. Curitiba, PR: Juruá, 2018, p. 19-42.

RENZULLI, J. S. O Que é Esta Coisa Chamada Superdotação, e Como a Desenvolvemos? Uma retrospectiva de vinte e cinco anos. In:, ano XXVII, n. 1 (52), Porto Alegre - RS, 2004, p. 75 - 13.

SANTOS, S. A. M. dos; FAGIONATO-RUFFINO, S. Diagnóstico Ambiental. In: SCHIEL, Dietrich; ORLANDI. Angelina Sofia. (organizadores). Ensino de Ciências por Investigação Universidade de São Paulo e do Centro de Divulgação Científica e Cultural em São Carlos, SP.



CÉLULA INTERATIVA: inovando o ensino investigativo de ciências com realidade aumentada

INTERACTIVE CELL: innovating investigative science teaching with augmented reality

ROBERTA CRISTINE DE OLIVEIRA E SILVA ANTUNES¹, ALICE MELO RIBEIRO²

¹Curso de Especialização lato sensu em Ensino de Ciências Ciência é 10!, Universidade de Brasília

¹Instituto de Biologia, Universidade de Brasília

Resumo

Esta pesquisa explorou o uso da realidade aumentada (RA) como recurso pedagógico no ensino de Ciências, buscando superar as dificuldades enfrentadas pelos alunos do ensino fundamental na compreensão da estrutura e funcionamento da célula. A abordagem tradicional, caracterizada por imagens estáticas e modelos físicos pouco interativos, limita o engajamento e a construção de uma compreensão significativa do conteúdo. O estudo propôs uma estratégia pedagógica baseada em metodologias ativas com o uso da RA, promovendo um ensino investigativo e interativo. A metodologia utilizou uma abordagem qualitativa, aplicada a uma turma do 6º ano do ensino fundamental. A intervenção foi organizada em quatro etapas: diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos, aulas teóricas e práticas com a implementação da RA para manipulação de modelos tridimensionais da célula, socialização dos alunos na sistematização de conteúdos interativos e avaliação da aprendizagem por roda de diálogo e questionários. Os resultados indicaram que o uso da RA ampliou o engajamento dos alunos, favoreceu a organização conceitual e promoveu uma retenção mais significativa do conteúdo. Conclui-se que a integração da RA no ensino de Ciências potencializa práticas investigativas, oferecendo uma experiência de aprendizagem interativa e dinâmica. A sequência didática investigativa desenvolvida, demonstrou-se como um potencial positivo na aplicação prática e transformador para tornar o ensino de Ciências mais dinâmico, interativo e alinhado às demandas contemporâneas da educação.

Palavras-chave: Realidade aumentada; Ensino de Ciências; Ensino investigativo; Tecnologia educacional; Estrutura celular; Ensino Interativo; Metodologia ativa.

Abstract

This study explored the use of augmented reality (AR) as an educational tool in science teaching, aiming to overcome the challenges faced by middle school students in understanding the structure and functioning of cells. Traditional approaches, characterized by static images and minimally

interactive physical models, often hinder engagement and the development of meaningful comprehension of the content. The study proposed a pedagogical strategy based on active methodologies incorporating AR to promote investigative and interactive learning. The methodology employed a qualitative approach applied to a 6th-grade class. The intervention was organized into four stages: diagnosing students' prior knowledge, conducting theoretical and practical lessons using AR for manipulating three-dimensional cell models, fostering student collaboration in systematizing interactive content, and assessing learning through dialogue circles and questionnaires. The results indicated that AR use enhanced student engagement, facilitated conceptual organization, and promoted more significant content retention. It was concluded that integrating AR into science education enhances investigative practices, providing an interactive and dynamic learning experience. The developed investigative teaching sequence proved to be a transformative and practical approach for making science education more dynamic, interactive, and aligned with contemporary educational demands.

Keywords: *Augmented reality; Science education; Investigative teaching; Educational technology; Cellular structure; Interactive teaching; Active methodology.*

I. INTRODUÇÃO

A pandemia de coronavírus trouxe muitas mudanças para a economia, para a vida cotidiana das pessoas e para o ambiente educacional. Agora, as tecnologias estão presentes na escola, não apenas como um aporte interativo ou entretenimento adicional, mas também como uma ferramenta indispensável para o processo ensino-aprendizagem e para a certificação dos estudantes dos diferentes níveis de escolarização (ORTEGA; ROCHA, 2020). Esse avanço tecnológico tem transformado significativamente as práticas de ensino e aprendizagem, especialmente no cenário educacional pós-pandemia. Durante este período, ferramentas tecnológicas passaram a ser amplamente incorporadas às metodologias pedagógicas, consolidando-se como elementos fundamentais no processo de construção do conhecimento.

As novas tecnologias de informação e comunicação são ferramentas indispensáveis no contexto da educação. Para aderir às novas tecnologias é necessário definir critérios e competências técnicas e um grande conhecimento específico para aliar os conteúdos a serem trabalhados com as inovações tecnológicas do mundo moderno (VASCONCELOS et al., 2003; GAMA and PORTO, 2014; FERREIRA, 1993).

Ao mesmo tempo, é inegável sua importância na formação do estudante frente a uma sociedade tecnológica em pleno desenvolvimento, exigindo de seus cidadãos características desenvolvidas no estudo de Ciências da Natureza, em áreas como a Física, abrangendo a capacidade de resolução de problemas, compreensão de grandezas físicas presentes no dia a dia, compreensão dos fenômenos físicos cotidianos e de suas possíveis consequências (PASQUALETTO; ARAÚJO, 2017).

O ensino de Ciências e seu papel em preparar os cidadãos para a compreensão do mundo configura-se como uma área de conhecimento obrigatória no ensino fundamental e o aprendizado de seus conceitos e procedimentos contribuem o exercício de uma postura reflexiva e investigativa do que se vê e se ouve, para interpretar os fenômenos da natureza,

para compreender como a sociedade nela intervém utilizando seus recursos criando um novo meio social e tecnológico, e confrontando até mesmo o próprio saber científico (BRASIL, 1998).

Embora já reconhecidas as grandes e rápidas mudanças ocorridas na sociedade em torno do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, estas se dão a passos lentos quando falamos de educação, em especial ao ensino de Ciências, e mesmo diante das tendências de ensino que emergem após a década de 60 e que provocaram algumas modificações no fazer e ensinar Ciências. Ainda hoje vemos que essa área do conhecimento é pautada no modelo tradicional de ensino, conferindo muitas vezes aos alunos uma disciplina não atrativa e que não despertam o seu interesse. Tal problemática exige do professor o uso de diversas estratégias e recursos de ensino para promover a construção de conhecimentos relacionados à área (NICOLA; PANIZ, 2016).

Realidade Aumentada se trata de uma nova tecnologia onde os usuários podem interagir com objetos reais e virtuais através da superposição de camadas virtuais. A RA pode ser definida como uma realidade mista, para isto, ela necessita de três componentes básicos, sendo eles, a combinação da realidade real e virtual, possuir uma interatividade em tempo real e ser registrada em três dimensões (AZUMA, 2001).

Dada a sua versatilidade, é crescente a combinação dos recursos aumentados com tecnologias emergentes voltadas para a área educacional, tais como os dispositivos móveis, jogos educacionais, entre outros. A RA surge como uma perspectiva com potencial para complementar as aplicações educacionais, uma vez que possibilita explorar os seus recursos virtuais para com um viés educacional, acrescentando a estas soluções educacionais a apresentação em escala de elementos virtuais tridimensionais, entre outras funcionalidades (LIMA; NUNES; LOBO, 2021).

A realidade aumentada (RA) desponta como um recurso inovador, capaz de potencializar a aprendizagem significativa por meio da simulação e da visualização de estruturas biológicas complexas, como as células, oferecendo suporte aos estudantes na compreensão de conceitos abstratos, na construção do pensamento crítico e autonomia, além de estimular o interesse e o engajamento nas aulas.

A interatividade proporcionada pelos objetos de aprendizagem que utilizam a RA torna o processo de aprendizagem mais descontraído, colaborando para o envolvimento do aluno na atividade proposta. O objeto de aprendizagem é um estimulante ao desenvolvimento da autonomia do aluno e, ao ser apresentado de forma interativa, pode potencializar ainda mais este desenvolvimento (GONÇALVES; OLIVEIRA; VETTORI, 2017). A RA possibilita o desenvolvimento de abordagens mais interativas no ensino de ciências, promovendo maior engajamento e interação entre os estudantes, especialmente em metodologias baseadas na investigação científica.

Percebe-se que a motivação é um fator importante no processo de Ensino e Aprendizagem. As implementações de atividades de RA no âmbito educacional afluem muito bem o quesito motivação e colaboram com a variação de metodologias do docente, podendo impulsionar os alunos a terem uma aprendizagem significativa. Aqui vale ressaltar a competência do professor na aplicação das atividades, em relação a concepção teórica e metodológica de Ensino e Aprendizagem (LIMA; NUNES; LOBO, 2021). A adoção de práticas pedagógicas que integrem a RA ao ensino de Ciências pode, portanto, representar uma estratégia eficiente

para superar desafios históricos relacionados à compreensão de conteúdos complexos, como aqueles envolvidos na citologia.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca, por exemplo, a habilidade (EF06CI05) (BRASIL, 2018), que “consiste em explicar a organização básica das células e o seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos” e, assim, propõe o uso de recursos digitais, imagens e animações computadorizadas para a identificação e compreensão da organização básica da célula. Essa abordagem reflete a necessidade de modernização no ensino, permitindo que ferramentas tecnológicas sejam incorporadas às práticas pedagógicas, de forma a favorecer a contextualização e a historicidade no aprendizado de Ciências.

Ainda segundo Ortega e Rocha (2020) a pandemia da covid-19 deixou claro as dificuldades inerentes à educação, demonstrando as fragilidades e a falta de estrutura para desenvolver os trabalhos que possam amenizar os impactos da doença no processo de ensino-aprendizagem. Embora o uso de tecnologias digitais no ensino esteja crescendo, sua aplicação efetiva ainda enfrenta desafios significativos. Entre os principais obstáculos estão a insuficiente formação de professores para integrar essas ferramentas ao processo educativo e a precariedade da infraestrutura tecnológica em muitas escolas públicas, que limita o acesso e a implementação dessas soluções de forma abrangente e inclusiva.

Além disso, o cenário de isolamento social durante a pandemia de COVID-19 reforçou a importância das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no ensino, ao mesmo tempo que expôs desigualdades e dificuldades na adoção de tais recursos. Corroborando com essas ideias, Zanardi, Oliveira e Santos (2020, p.26) afirmam que em tempos de pandemia e isolamento social, a suspensão das aulas e as tentativas de realizá-las à distância trazem à tona as desigualdades educacionais que são coerentes com uma sociedade profundamente desigual economicamente.

Esse tempo de transição não se faz sem quebras com o que está estabelecido, sem a capacidade de se apropriar das inovações tecnológicas fruto das transformações sociais, implicando em um novo modo de pensar a humanidade e a escola (ORTEGA; ROCHA, 2020). No contexto pós-pandêmico, a implementação de metodologias ativas que integrem tecnologias, como a RA, pode contribuir para o enfrentamento desses desafios e promover o aprendizado de Ciências de forma inclusiva e eficaz.

Esta pesquisa busca explorar o potencial da RA no ensino investigativo de citologia, especialmente no contexto do ensino fundamental. A partir de questões como “A realidade aumentada pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos sobre células?” e “O uso da RA pode promover maior interesse e interação dos estudantes?”, propomos o estudo da eficiência desse recurso em sequências didáticas investigativas.

O objetivo geral é contribuir para a literatura acadêmica e para o aprimoramento das práticas pedagógicas, evidenciando o papel das tecnologias de baixo custo como facilitadoras da aprendizagem no ensino investigativo de Ciências. Os objetivos específicos deste trabalho são: Avaliar o aprendizado em ciências, a partir de uma sequência didática com metodologias ativas, utilizando a realidade aumentada como artefato tecnológico no estudo da célula procariótica e eucariótica.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A teoria da aprendizagem significativa foi formulada inicialmente pelo psicólogo norte americano David Paul Ausubel e apresentada em sua obra *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* de 1963 discorre acerca de uma teoria cognitivista que estava em contraposição a aprendizagem verbal por memorização. Sua teoria era fundamentada em como os professores poderiam ajudar seus alunos, em um aprendizado mais eficaz, conectando os conhecimentos que eles já sabem, com novas ideias promovendo a geração de modelos mentais (AUSUBEL, 2003).

De acordo com Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno estabelece conexões entre os novos conhecimentos e os esquemas mentais já existentes, denominados subsunçores. Esse processo permite que o conteúdo aprendido adquira sentido, em vez de ser apenas memorizado de forma mecânica (AUSUBEL, 2003). Assim, no contexto do ensino de Ciências, metodologias ativas que promovam a introdução do tema e o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos são essenciais para a construção de conceitos complexos, como os relacionados à citologia.

Já Vygotsky destacou a importância das interações sociais na formação das funções mentais superiores, enfatizando que as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais (VYGOTSKY, 1978). Sua teoria da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) destaca o papel do professor como mediador, facilitando o aprendizado ao atuar como um elo entre o aluno e o conhecimento disponível no ambiente de ensino. Vigotski (1930) considerou a necessidade de uma transformação na consciência e no comportamento humanos, para que haja uma ruptura fundamental na sociedade. Evidencia-se assim, a definição do homem como ser transformador do mundo social, capaz de adaptar-se a novas condições de vida. Desse modo, a educação também desempenha papel central na transformação do homem, no percurso social consciente de novas gerações e deve ser a base para alteração do tipo humano histórico. As novas gerações e suas novas formas de educação representam a rota principal que a história seguirá para criar o novo tipo de homem (VYGOTSKY, 1930).

No ensino de Ciências, a integração de conceitos em aulas práticas promove um ambiente colaborativo, onde os estudantes têm a oportunidade de compartilhar ideias, apoiar-se mutuamente e participar ativamente na construção do conhecimento. Essa abordagem contribui para que os alunos assumam o papel de protagonistas no processo de aprendizagem, alinhando-se à perspectiva sociointeracionista de Vygotski.

Nesse sentido, as atividades de Realidade Aumentada (RA) destacam-se como uma estratégia eficaz. Como afirmam Lima, Nunes e Lobo (2021): “As atividades de RA além de promover a interação social, pode estimular, entre os usuários, o intercâmbio de conceitos que professores pretendem ensinar, ou seja, auxilia em um ambiente onde alunos e professores, que estão envolvidos em processo de ensino e aprendizagem, falam e compartilham significados”.

Sob essa perspectiva, a aprendizagem por investigação se alinha às teorias de Ausubel e Vygotsky, ao promover a construção coletiva do conhecimento e a exploração ativa dos conteúdos pelos alunos. Segundo Carvalho (2013), essa metodologia caracteriza-se por atividades que:

- a) São fundamentadas em problemas iniciais que desafiam os alunos;
- b) Favorecem a sistematização dos conteúdos explorados;
- c) Contextualizam o conhecimento, relacionando-o com situações práticas;
- d) São desenvolvidas em um ambiente de avaliação formativa.

No presente estudo, a adoção da aprendizagem por investigação em atividades voltadas ao ensino de citologia buscou promover uma compreensão mais aprofundada das estruturas celulares. Ao mesmo tempo, as atividades foram projetadas para situar os alunos em um contexto social de construção do conhecimento, explorando a interação entre pares e a mediação docente. Espera-se que tais abordagens contribuam para uma aprendizagem significativa, que vá além da mera memorização e incentive o pensamento crítico e a autonomia dos estudantes, conforme proposto por Ausubel e Vygotsky.

III. METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem metodológica baseada na elaboração e aplicação de uma sequência didática voltada ao ensino investigativo de Ciências. A sequência foi estruturada em duas aulas de 45 minutos cada, totalizando 90 minutos, e foi aplicada em uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental II, no Centro de Ensino Fundamental 101 do Recanto das Emas, Brasília/DF. A amostra compreendeu aproximadamente 15 alunos, e as atividades foram planejadas com base em um referencial teórico que destaca metodologias ativas, como a aprendizagem significativa e o ensino por investigação.

A sequência didática desenvolvida no contexto deste trabalho foi estruturada em etapas que visaram a construção gradual e significativa do conhecimento pelos estudantes:

III.1. Introdução ao tema

A etapa inicial da sequência didática buscou promover a familiarização dos estudantes com o tema "células eucarióticas e procarióticas". Para isso, foram utilizadas figuras impressas representando diferentes tipos de células, possibilitando uma abordagem visual. Esse recurso foi empregado, em substituição a falta de recursos como o datashow, por exemplo. Durante essa etapa, os estudantes foram incentivados a observar, identificar e descrever os elementos das células, estabelecendo uma base inicial para a compreensão do tema.

III.2. Levantamento de Percepções Prévias

Uma dinâmica foi conduzida com o objetivo de explorar os conceitos fundamentais relacionados à célula, estimulando a reflexão crítica e o engajamento dos estudantes. Nesta etapa, a docente promoveu um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, por meio de perguntas norteadoras elaboradas sobre citologia básica, conforme descritas na tabela 1.

III.3. Implementação de Recursos Tecnológicos

A terceira etapa envolveu o uso de dispositivos móveis (celular) para projeção e simulação de modelos tridimensionais de células, utilizando os cards de célula animal e de célula bacteriana (apêndice b), por meio de artefatos do projeto “Realidade Aumentada nas Escolas (RAEscolas)”, do LabTec/Universidade Federal de Santa Catarina UFSC. O aplicativo de Realidade Aumentada (RA) utilizado, conhecido como Zappar, é uma ferramenta gratuita e integrante do projeto RAEscolas. Esse aplicativo permitiu uma exploração visual interativa das estruturas celulares, como núcleo, membrana plasmática e organelas, facilitando a compreensão dos conceitos discutidos nas etapas anteriores.

III.4. Discussão e Sistematização do Conhecimento

A quarta etapa consistiu na definição formal do conceito de célula como unidade estrutural e funcional da vida. Além disso, os alunos participaram de discussões guiadas sobre:

- a) Diferenças entre células procariontes e eucariontes;
- b) Tipos celulares e suas estruturas morfológicas; Origem de organelas, como núcleo e membrana plasmática.
- c) Essas discussões foram realizadas em grupo, no formato de roda de diálogo, e visam consolidar os conhecimentos adquiridos durante a sequência didática.

III.5. Avaliação final

Na última etapa foi realizada uma avaliação dos resultados obtidos, com a aplicação de um questionário de verificação de aprendizagem. Os alunos responderam ao questionário impresso (apêndice a), contemplando os seguintes objetivos:

- a) Identificação de tipos celulares, com uso de figuras (livro didático);
- b) Diferenciação de célula eucariótica e procariótica, a partir da presença ou ausência de estruturas e/ou organelas;
- c) Avaliação do recurso tecnológico da Realidade Aumentada na aprendizagem de citologia.

A sequência didática realizada está descrita na Tabela 2, de forma sucinta, na qual cada etapa descreve as atividades desenvolvidas e os recursos utilizados. Essa tabela evidencia com clareza a estrutura da sequência didática, baseada em uma etapa de levantamento dos conhecimentos prévios, uma etapa investigativa, com a implementação da atividade investigativa, utilizando a RA, e por fim, uma etapa de sistematização do conhecimento, com uma roda de diálogo, e a sua avaliação, com a aplicação do questionário. Desse modo, fica evidente a relação entre a aplicação da sequência didática e o referencial teórico adotado.

Tabela 1: *Levantamento de conhecimentos prévios proposto na sequência didática elaborada.*

São exemplos dos questionamentos utilizados pela docente:
O que é uma célula?
O que diferencia um ser vivo de um ser não vivo?
A célula é uma unidade viva?
O que significa unidade estrutural e funcional?
Todas as células são iguais?
Todas as células apresentam a mesma estrutura?

Tabela 2: *Atividades propostas na sequência didática elaborada.*

Aula	Atividades	Descrição das atividades	Recursos
1a Aula (45min)	Introdução ao conteúdo.	A aula foi iniciada com a introdução do tema.	Datashow para a apresentação de vídeos ou imagens sobre o tema.
	Levantamento dos conhecimentos prévios	Aplicação de dinâmica para o levantamento dos conhecimentos prévios, utilizando perguntas pela professora com a finalidade de promover uma reflexão-crítica.	Quadro para a construção de um mapa mental com a participação dos alunos.
	Implementação de Recursos Tecnológicos	Organização dos estudantes em duplas e orientações para a realização da atividade investigativa, utilizando a realidade aumentada.	Celulares/tablets e Cards Impressos coloridos (RAEscolas).
2a Aula (45min)	Sistematização	Roda de diálogo sobre as diferenças entre as células procariontes e eucariontes, de acordo com os tipos celulares e suas estruturas. As discussões em grupo buscaram consolidar os conhecimentos adquiridos na sequência didática.	Organização da sala de aula, com as mesas em posição de círculo.
	Avaliação	Aplicação de questionário de verificação de aprendizagem para avaliar os conhecimentos adquiridos após a atividade de investigação, relacionado ao uso de artefato tecnológico. Além disso, foram observados alguns pontos importantes, como a participação, o interesse, a motivação e o engajamento dos alunos na realização da AI.	Questionários impressos e depoimentos escritos dos estudantes.

A metodologia proposta tem como objetivo avaliar a eficácia da Realidade Aumentada em promover uma aprendizagem significativa e investigar o impacto dessa tecnologia na interatividade e na compreensão dos conceitos de citologia pelos alunos.

IV. RELATO DE EXPERIÊNCIA

A sequência didática desenvolvida nesse trabalho de pesquisa foi realizada em uma escola pública de ensino fundamental, localizada em uma cidade satélite do Distrito Federal.

O contexto escolar escolhido foi uma sala de aula do 6º ano, composta por 15 estudantes, com idades entre 11 e 13 anos, com diferentes níveis de desempenho acadêmico e engajamento. O objetivo principal desse estudo foi avaliar o aprendizado em ciências, a partir de uma sequência didática investigativa, baseado no uso de tecnologias digitais para o estudo da célula eucariótica e procariótica.

Durante a realização das etapas da sequência didática investigativa (tabela 2) foram identificados desafios importantes, como as limitações na infraestrutura da escola pública e a heterogeneidade dos conhecimentos prévios dos estudantes.

A escola não possuía os recursos básicos de materiais escolares, equipamentos de impressão e/ou cópias de materiais, de tecnologia (tablets e/ou computadores) e acesso à internet, dificultando o desenvolvimento da sequência didática investigativa em algumas etapas. As impressões coloridas e as plastificações dos cards de células da RAEscolas, as cópias dos questionários de avaliação final, o dispositivo móvel (celular e/ou tablet) e os dados móveis (internet) utilizados no uso do aplicativo de RA foram custeadas pela docente.

A turma escolhida para aplicação da AI demonstrou diferenças significativas no domínio do conteúdo de citologia básica, comprometendo a progressão uniforme das atividades em algumas etapas da AI. Os alunos foram organizados em duplas na etapa de implementação do recurso tecnológico, a fim de proporcionar um ambiente de troca de aprendizado entre eles.



Figura 1: Utilização da realidade aumentada (RAEscolas). Fonte: Arquivo pessoal.

Os alunos demonstraram entusiasmo em utilizar as ferramentas digitais, destacando-se o engajamento em atividades de simulação. Alguns relataram que a experiência foi "mais interessante" do que aulas tradicionais. A sequência didática aplicada, embora tenha demandado maior tempo de planejamento, favoreceu o desenvolvimento de competências como trabalho em equipe e o pensamento crítico no estudo de citologia básica. A etapa

de avaliação final permitiu uma análise detalhada dos conhecimentos adquiridos pelos estudantes durante o ensino por investigação aplicado ao tema de células. Os resultados indicaram um desempenho uniforme entre os participantes. Conforme demonstrado na Figura 3, todos os alunos, sem exceção, foram capazes de identificar corretamente os dois modelos celulares abordados: célula animal e bacteriana. Essa identificação foi realizada com base nas representações apresentadas no livro didático, conforme ilustrado na Figura 2.

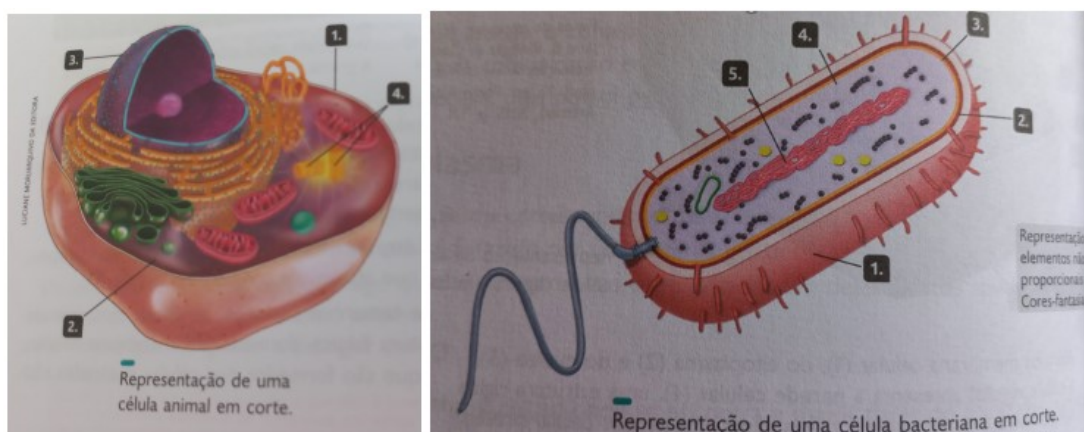


Figura 2: Representação de uma célula animal (esquerda) e de uma célula bacteriana (direita) (ANDRADE; MICHELAN, 2022).

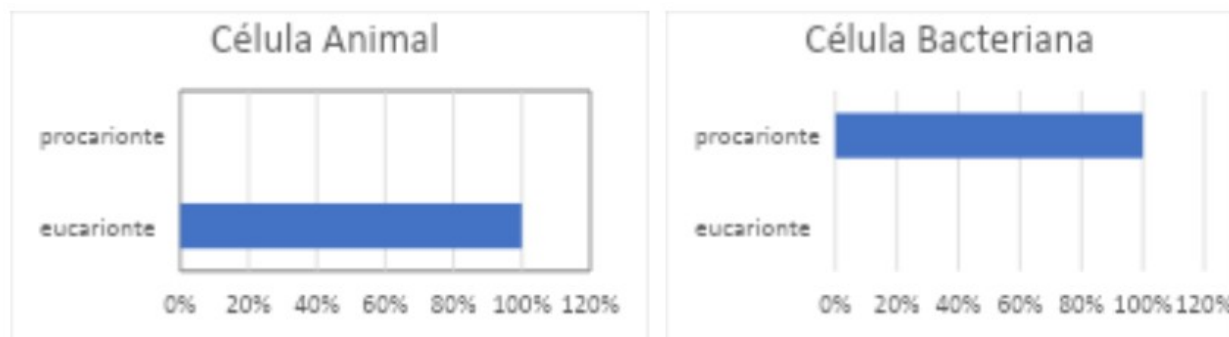


Figura 3: Identificação dos tipos celulares por análise de figuras.

Na figura 4, o gráfico demonstra que a presença ou a ausência do núcleo delimitado por uma membrana foi o item apontado pela maioria da turma para diferenciação entre uma célula eucariótica e procariótica. Essa análise, comprovou uma assimilação visual eficiente na identificação dos tipos celulares abordados na atividade investigativa.

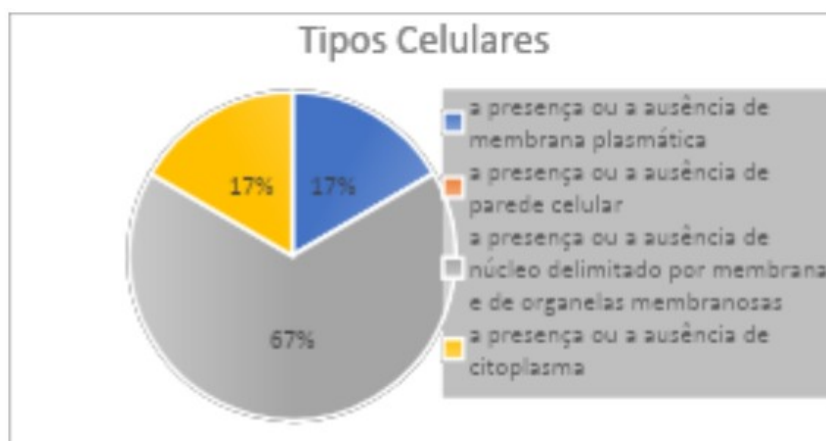


Figura 4: Diferenciação da célula eucariótica e procariótica pela identificação de estruturas celulares.

Ao avaliar as organelas que estão presentes somente nas células procariontes, conforme a Figura 5, a maioria dos alunos apontaram a presença de membrana plasmática, citoplasma e DNA. Já, a presença do núcleo e de mitocôndria foram apontados por poucos alunos, conferindo a absorção do conteúdo abordado nas aulas.

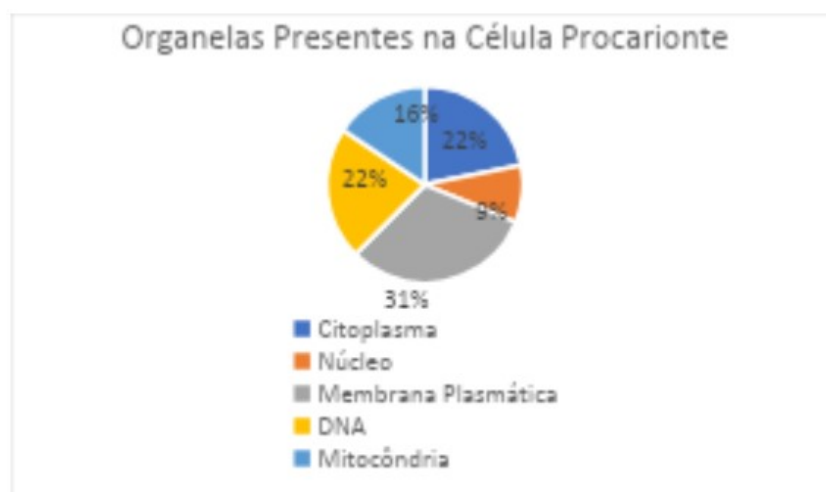


Figura 5: Identificação de estruturas celulares presentes na célula procariótica.

Na avaliação do uso da realidade aumentada, os estudantes, em sua totalidade, consideraram o recurso tecnológico como sendo contributivo para o aprendizado em ciências. Entre os principais argumentos para essa contribuição, destacaram-se a facilidade de visualização e do entendimento do conteúdo abordado (Figura 6), visto que o aprendizado utilizando somente o livro didático e as figuras de células estáticas, muitas vezes não proporciona um entendimento pleno das estruturas celulares no formato tridimensional atrelados as funções essenciais das estruturas celulares.



Figura 6: Avaliação dos estudantes sobre o uso da RA para o aprendizado em ciências.

De modo geral, a experiência foi avaliada positivamente, evidenciando o potencial das tecnologias digitais para dinamizar o ensino de investigação em ciências, tornando uma metodologia ativa em que os alunos demonstraram maior engajamento e participação. Propõem-se como perspectivas de melhorias para os futuros estudos a necessidade de investimentos em infraestrutura e formação continuada para professores.

V. CONCLUSÃO

Este estudo apresentou a proposta pedagógica, intitulada “Célula Interativa: Inovando o ensino investigativo de ciências com a realidade aumentada”, que integra o ensino por investigação ao uso de Realidade Aumentada (RA) no ensino de citologia básica, destacando suas potencialidades para aprimorar o processo de aprendizagem em ciências. Os resultados obtidos evidenciaram que os estudantes apresentaram maior facilidade na compreensão de conceitos abstratos, como a distinção entre células eucarióticas e procarióticas, além de um maior engajamento e interesse durante as atividades. A avaliação final confirmou a eficiência da abordagem, com os participantes identificando corretamente os modelos celulares trabalhados em sala de aula.

A experiência relatada demonstrou o impacto positivo da RA no ambiente educacional, promovendo maior interatividade no processo de construção do conhecimento. Essa estratégia não apenas enriquece a aprendizagem, tornando-a mais significativa, mas também posiciona os alunos como protagonistas de sua formação, em consonância com as exigências contemporâneas por metodologias inovadoras e centradas no estudante. O depoimento

de um dos alunos (Apêndice C), reforça essa aceitação: “Bom, eu achei muito legal, pois aprendi o assunto das células mais a fundo, utilizamos tecnologia para aumentar as células, conversamos coisas bem interessantes. Eu amei e gostaria de mais aulas assim!”.

Para o avanço de pesquisas futuras, destaca-se a necessidade de investimentos em infraestrutura tecnológica adequada e na oferta de programas de formação continuada para professores. Essas ações são importantes para garantir a implementação efetiva e sustentável de tecnologias emergentes, como a RA, no ambiente escolar, ampliando seu uso e consolidando seu potencial transformador.

Além disso, sugere-se a exploração da aplicação da RA em outros conteúdos das ciências e de disciplinas correlatas, investigando seu impacto em diferentes faixas etárias e contextos educacionais. Estudos voltados à integração da RA com metodologias ativas, como a sala de aula invertida e a aprendizagem baseada em projetos, também podem ampliar seu alcance e fortalecer sua aplicabilidade pedagógica.

Em síntese, este trabalho reafirma a relevância da utilização de tecnologias emergentes, como a RA, no ensino de Ciências, ressaltando sua contribuição para tornar o aprendizado mais dinâmico, acessível e significativo. A proposta dessa pesquisa constitui-se como uma ferramenta inovadora e promissora, capaz de transformar práticas educacionais e inspirar novos caminhos no ensino investigativo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Elisangela; MICHELAN, Vanessa. *SuperAÇÃO! Ciências 6º ano*. São Paulo: Editora Moderna, [s.d.].
- ARAUJO, Leandro; MACHADO, Marcelo; VASCONCELLOS, Ana Priscila; TAVARES, Tatiana Aires. DoctorBio: um estudo de caso sobre a utilização de recursos de realidade aumentada no ensino de ciências biológicas. In: **WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE)**, 2017, Pelotas. Anais [...]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2017.
- AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
- AZUMA, R. Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, v. 21, n. 6, p. 3447, 2001. Disponível em: <<http://www.cs.unc.edu/~azuma/cga2001.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <<https://www.basednacionalcomum.mec.gov.br>>. Acesso em: 3 maio 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC, 1998.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- FERREIRA, B. *Minidicionário da língua portuguesa*. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Ática, 1993.

GAMA, E.; PORTO, C. Realidade aumentada a serviço da educação: uma experiência com o Aurasma. In: **SEMPESQ**, 2014. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/sem_pesq/article/view/940>. Acesso em: 15 jul. 2024.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. *Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 355381, 2016.

ORTEGA, Lenise Maria Ribeiro; ROCHA, Vitor Fiuza. O dia depois de amanhã na realidade e nas mentes o que esperar da escola pós-pandemia? *Revista Pedagogia em Ação*, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 302314, 2020.

OTTO, Rafaela dos Santos; BERTOLINI, Carlos. Realidade virtual e aumentada no ensino de biologia: um estudo de caso nas séries iniciais do ensino fundamental. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2022.

PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Aprendizagem baseada em projetos no ensino de Física: uma revisão da literatura. *RBPEC*, v. 17, n. 2, p. 551577, 2017.

RAEscolas Universidade Federal de Santa Catarina. *Realidade aumentada nas escolas*. Disponível em: <<http://raescolas.ufsc.br>>. Acesso em: 26 nov. 2024.

VANUCCI COSTA LIMA, W.; BECKER NUNES, F.; HERPICH, F.; LOBO, C. de O. Uma revisão sistemática da literatura sobre atividades educacionais de realidade aumentada do ensino de ciências da natureza. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, n. 29, p. 919, 2021. doi: 10.24215/18509959.29.e1.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J.; ALMEIDA, L. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, 2003.

VYGOTSKY, L. S. *Obras escogidas III*. Tradução de L. Kuper. Madrid: Visor Distribuciones, 1930.

ZANARDI, Teodoro Adriano Costa; OLIVEIRA, Cleidiane Lemes de; SANTOS, Deisy Ferreira dos. Enem em tempos de pandemia: a evidente desigualdade do sistema educacional brasileiro. *Pedagogia em Ação*, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 2536, 2020.

VI. ANEXO A



Universidade de Brasília
Instituto de Física
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências
Especialização em Ensino de Ciências Anos Finais do Ensino Fundamental C10



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E INFORMADO

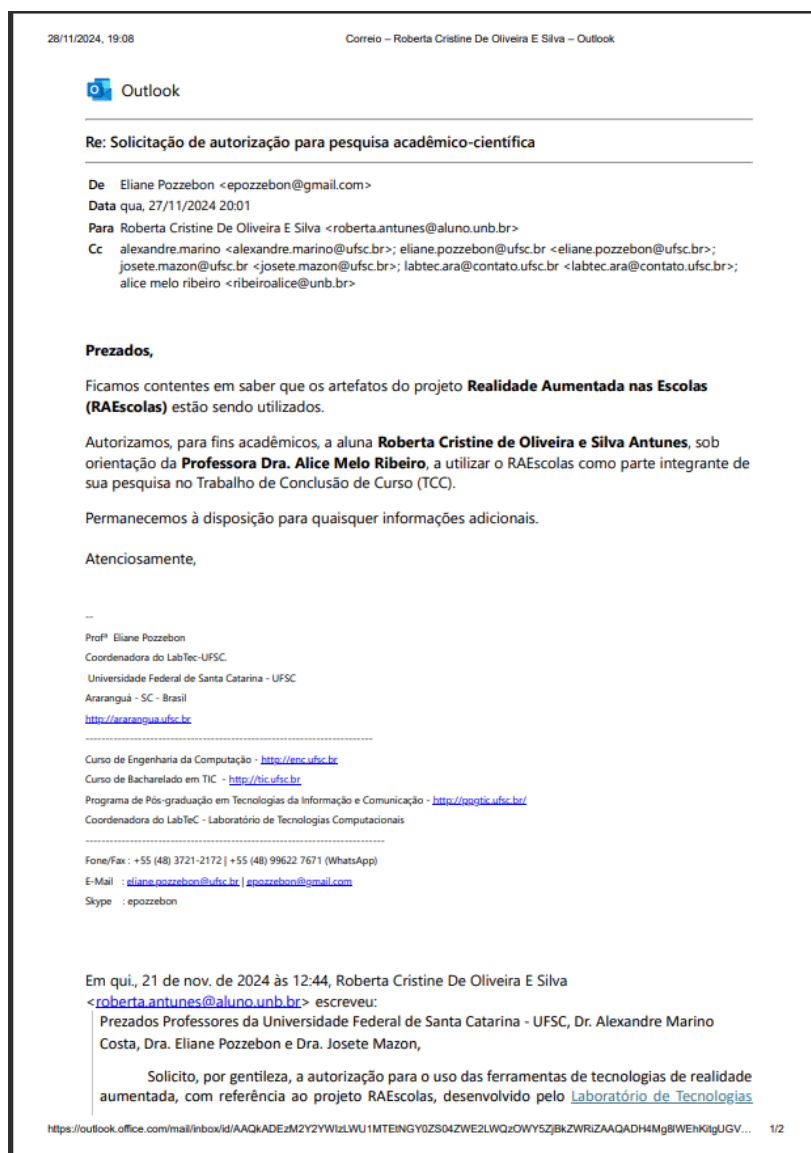
Eu _____, portador (a) do RG _____, abaixo-assinado, autorizo a participação do aluno (a) _____ no estudo investigativo sobre células, utilizando recursos tecnológico. Esta é uma autorização para a utilização de gravações em áudio e depoimentos escritos pela comunidade escolar do **CENTRO DE ENSINO FUNDAMENTAL 101**, localizada no **RECANTO DAS EMAS** - Brasília/DF, como fonte de dados para o trabalho da discente Roberta Cristine de Oliveira e Silva Antunes, do curso de Especialização em Ensino de Ciências Anos Finais do Ensino Fundamental C10 – CEAD/UnB, sob a orientação da Prof. Dra. Alice Melo Ribeiro. Tratam-se de depoimentos coletados no 2º semestre do ano letivo de 2024, ressaltando-se a garantia plena do anonimato em todos os registros e em toda produção acadêmica resultante.

Brasília, _____ de _____ de 2024.

Assinatura do responsável

Universidade de Brasília - Campus Universitário Darcy Ribeiro - Asa Norte
Instituto de Física
Brasília - Distrito Federal - Brasil

VII. ANEXO B



28/11/2024, 19:08

Correio – Roberta Cristine De Oliveira E Silva – Outlook

[Computacionais da UFSC \(LabTeC\)](#), para a realização de uma pesquisa integrante do Trabalho de Conclusão de Curso, modalidade TCC (ou Artigo científico), dados acadêmicos: Roberta Cristine de Oliveira e Silva Antunes, orientada pela Professora Dra. Alice Melo Ribeiro, copiada neste e-mail, tendo como título preliminar "Especialista em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental – Ciência é 10!", pela Universidade de Brasília/UnB.

O Objetivo Geral da pesquisa é: O ensino investigativo de ciências, utilizando a realidade aumentada como o recurso tecnológico. Os objetivos específicos são: Avaliar o aprendizado em ciências, a partir de uma sequência didática investigativa, utilizando a realidade aumentada para o estudo da célula procariótica e eucariótica.

A coleta de dados será feita por meio de fotografias, registros escritos e por áudio.

Agradeço a atenção e me coloco ao seu inteiro dispor para melhores esclarecimentos.

Atenciosamente.



Roberta Cristine de Oliveira e Silva Antunes

Cursista da Especialização Ciência é 10! – C10

Universidade de Brasília, UnB

<https://outlook.office.com/mail/inbox/id/AAQKADEzM2Y2YWizLWU1MTEINGY0ZS04ZWE2LWQzOWY5ZjBkZWRIZAQAQADH4Mg8WEhKltgUGV...> 2/2


VIII. APÊNDICE A

	<p>GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL</p> <p>SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL</p> <p>CENTRO DE ENSINO FUNDAMENTAL 101 - RECANTO DAS EMAS</p>	
<p>Estudante: _____</p> <p>Professor/a: _____ Disciplina: _____</p> <p>Ano/turma: _____ Bimestre: _____ Data: ____/____/2024</p>		
<p>CEF 101</p> <p>DF</p>		

Questionário de verificação de aprendizagem sobre “Células”

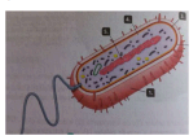
- Observe abaixo as duas imagens de células não identificadas e identifique a qual organismo pertence cada uma delas.

A)



() Eucarionte () Procarionte

B)



() Eucarionte () Procarionte
- Leia e assinale abaixo uma única alternativa. **Para que seja possível fazer essa identificação dos tipos celulares é essencial a análise da:**
 - a presença ou a ausência de membrana plasmática.
 - a presença ou a ausência de parede celular.
 - a presença ou a ausência de núcleo delimitado por membrana e de organelas membranosas.
 - a presença ou a ausência de citoplasma.
- Assinale nas opções abaixo somente os elementos presentes na célula procarionte:
 - Citoplasma
 - Núcleo
 - Membrana Plasmática
 - DNA
 - Mitocôndria
- O uso do recurso tecnológico da “Realidade Aumentada” contribuiu para o seu aprendizado durante a aula?

() Não () Sim. Como? _____

IX. APÊNDICE B

CÉLULA EUCARIONTE ANIMAL



RA Realidade Aumentada nas Escolas

As células são as unidades funcionais básicas dos seres vivos multicelulares.

Categorizam-se as células em dois tipos, a eucarionte e a procarionte.

A divisão entre célula eucarionte e procarionte se dá pela presença de carioteca, um envoltório nuclear que permite que o material genético e os componentes nucleares se agrupem de forma organizada, o que não ocorre com a célula procarionte, na qual o material genético fica disperso pelo citoplasma.

As células eucariontes animais possuem uma morfologia básica, isto é, estruturas que constituem a célula e permitem que a mesma realize suas funções específicas.

raescolas.ufsc.br

CÉLULA PROCARIONTE



RA Realidade Aumentada nas Escolas

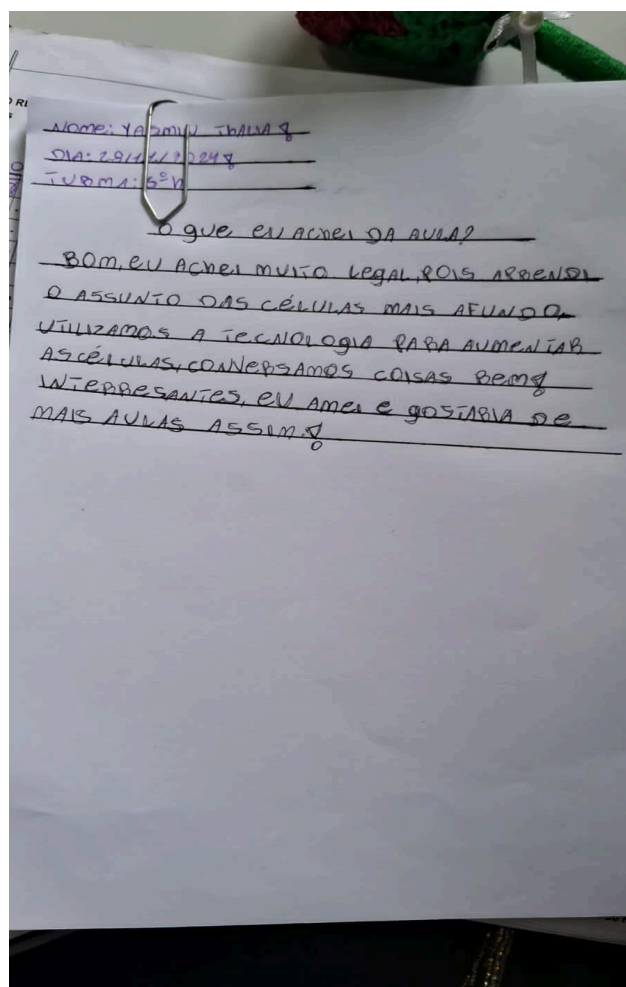
A célula procarionte, representada principalmente pelas bactérias, é um tipo de célula muito menos complexa que a célula eucarionte.

Analisando a morfologia de um procarionte, logo observa-se que ele não possui compartimentos intracelulares delimitados por membranas, organelas como a mitocôndria ou o complexo golgiense, e essa característica denota que as bactérias constituem seres menos desenvolvidos que aqueles seres compostos por células eucariontes.


A principal estrutura que difere a célula procarionte da eucarionte é a carioteca, estrutura membranosa e porosa que delimita o material genético dentro de um núcleo, sede de reações químicas e centro comandante das atividades da célula.

raescolas.ufsc.br

X. APÊNDICE C



XI. APÊNDICE D



PLANO DE AULA

Eixo Vida: O que são células?

Conceito, classificação e a diversidade celular.

O que o aluno poderá aprender com esta aula


- Conceito básico de célula (definição, morfologia, componentes celulares e suas funções);
- Diferenciar uma célula procarionte de uma célula eucarionte;
- Compreender a origem e evolução das células.

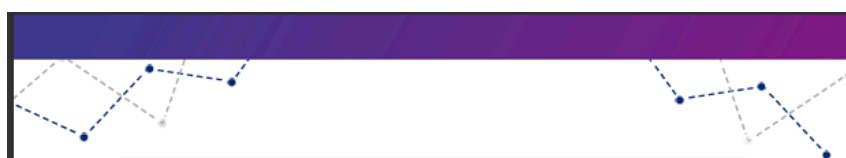
Duração das atividades

Dois tempos de aula, de 45 minutos cada, para a compreensão dos conceitos básicos sobre as células, classificação e a demonstração dos tipos celulares.

Conhecimentos e questionamentos prévios do aluno, mediados pelo professor


1. O que diferencia um ser vivo de um ser não vivo?
2. A célula é uma unidade viva?
3. O que significa unidade estrutural?
4. O que significa unidade funcional?
5. Todas as células são iguais?





Estratégias e recursos da aula

- **Levantamento de percepções prévias** – Conversa, em formato de dinâmica, sobre os conceitos básicos da célula, com o intuito de envolver e despertar o interesse dos alunos no conteúdo das aulas.
Algumas perguntas motivadoras poderão ser usadas, como:
O que é uma célula? A célula é uma unidade viva? O que significa unidade estrutural? O que significa unidade funcional? Todas as células são iguais? Todas as células apresentam a mesma estrutura?
- **Recursos tecnológicos** - Implementação dos Recursos tecnológicos - Projeção e simulação de modelos de células, com o uso de celulares e/ou tablets, utilizando aplicativos de baixo custo de "Realidade Aumentada (RA)", que facilitam o entendimento dos conceitos de célula e a percepção realística e interativas dos modelos celulares discutidos na etapa do Levantamento das Concepções Prévias dos Alunos.
- **Discussão** - Definição do conceito de célula, caracterizando-a como unidade estrutural e morfológica fundamental da vida. Diferenciar as células procariontes e eucariontes, de acordo com as principais estruturas morfológicas e as suas funções. Debater em grupo, no formato de roda de diálogo, sobre os tipos celulares e a origem de organelas, a partir dos recursos tecnológicos utilizados anteriormente.



Recursos complementares

RAEscolas - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. *Realidade aumentada nas escolas*. Disponível em: <http://raescolas.ufsc.br>. Acesso em: 26 nov. 2024.

Livro didático – ANDRADE, Elisangela; MICHELAN, Vanessa. *SuperAÇÃO! Ciências 6º ano*. São Paulo. Editora Moderna.

Vídeo – Toda Matéria - Citologia: Introdução ao mundo microscópio das células, disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=I_KaQV8hZw

Artigo - O centro de comando" da revista "Ciência Hoje Online", disponível no link: <http://cienciahoje.uol.com.br/122998>

Experimento

– Aplicação da Atividade Investigativa (AI), a partir da sequência didática:

1º) Os alunos serão organizados em duplas e receberão 2 cards (célula procarionte e eucarionte). A partir da visualização interativa da RA, deverão identificar, os componentes celulares presentes em cada card. Os alunos poderão utilizar o quiz do aplicativo para pesquisarem os conteúdos de citologia abordados.

2º) Os alunos utilizarão a "Realidade Aumentada", com o uso dos celulares e tablets, para simularem os modelos celulares e compreenderem os conceitos dentro de uma perspectiva realística, com ênfase nas diferenças morfológicas e estruturais das células.

3) Os alunos deverão indicar as características e funções dos principais componentes celulares indicados nos cards.

Avaliação

A avaliação se dará a partir da análise de participação e do engajamento dos estudantes, durante o uso da RA. Na 2ª aula, será realizada uma roda de diálogo, para que os estudantes possam expressar seus aprendizados e a aplicação de um questionário de verificação de aprendizagem, a partir das experiências com a RA.



ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: A SÍNTESE DE ETANOL A PARTIR DA FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA DA SACAROSE

TEACHING BY RESEARCH: THE SYNTHESIS OF ETHANOL FROM THE ALCOHOLIC FERMENTATION OF SUCROSE

DANIEL RODRIGUES DE OLIVEIRA

Centro Educacional 08 do Gama Distrito Federal

Resumo

O objetivo deste trabalho foi apresentar elementos relacionados à temática sobre síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose, aplicando o ensino por investigação na perspectiva da aprendizagem significativa de David P. Ausubel. Usamos a metodologia qualitativa e descritiva com análise de texto à luz da análise de conteúdo. As Atividades Investigativas foram aplicadas a estudantes do novo Ensino Médio matriculados em uma escola pública localizada no Gama Distrito Federal. Para este relato de experiência, foi selecionada uma das atividades aplicadas, cujos resultados foram analisados e discutidos. A atividade contou com a participação de 32 estudantes, em aulas presenciais realizadas ao longo de quatro encontros presenciais em um contexto de pós-pandemia. As atividades aplicadas sobre a síntese de etanol tiveram como objetivo investigar, de forma experimental, os processos envolvidos na produção de álcool, utilizando materiais de baixo custo. Para isso, verificamos os conhecimentos prévios dos estudantes, propomos uma sequência de ensino por investigação, construímos um destilador simples usando materiais de baixo custo e participamos do circuito de ciências das escolas públicas do Distrito Federal. O trabalho apresenta evidências relevantes sobre a aplicação de atividades investigativas, cuja abordagem promove a articulação entre prática e teoria, incentivando a aprendizagem de forma ativa. A proposta de atividade investigativa estimulou o senso crítico e contribui de forma significativa para a alfabetização e o letramento científicos dos estudantes.

Palavras-chave: Síntese de etanol. Investigação. Interdisciplinaridade.

Abstract

The objective of this work was to present elements related to the theme of ethanol synthesis from the alcoholic fermentation of sucrose, applying teaching through investigation from the perspective of meaningful learning by David P. Ausubel. We used qualitative and descriptive methodology with text analysis in light of content analysis. The Investigative Activities were applied to new high school students enrolled in a public school located in Gama Federal District. For this

experience report, one of the applied activities was selected, the results of which were analyzed and discussed. The activity involved the participation of 32 students, in face-to-face classes held over four face-to-face meetings in a post-pandemic context. The activities applied to ethanol synthesis aimed to experimentally investigate the processes involved in alcohol production, using low-cost materials. To do this, we check the students' prior knowledge, propose an investigation-based teaching sequence, build a simple distiller using low-cost materials and participate in the science circuit of public schools in the Federal District. The work presents relevant evidence on the application of investigative activities, whose approach promotes the articulation between practice and theory, encouraging active learning. The proposed investigative activity stimulated critical thinking and contributed significantly to students' scientific literacy and literacy.

Keywords: Ethanol Synthesis. Investigation. Interdisciplinarity.

I. INTRODUÇÃO

É inegável que a educação formal apresenta forte tendência a utilizar excessivamente metodologias tradicionais de ensino, sendo a abordagem expositiva a mais predominante. Nesse modelo, o professor planeja suas aulas com o propósito principal de transmitir conteúdos, enquanto os alunos assumem o papel de meros ouvintes de forma passiva (NICOLA e PANIZ, 2017).

Ao término da apresentação dos conceitos, a preocupação dos estudantes limita-se a assimilar as informações para realizar atividades, fazer avaliações e redigir textos sobre o tema abordado. No entanto, é recorrente que, após algum tempo, os alunos não consigam mais recordar o conteúdo ministrado nem estabelecer conexões significativas entre os conceitos aprendidos em sala de aula e o seu cotidiano (MARTINS e SCHNETZLER, 2018).

Dessa forma, a educação escolar não cumpre sua função pedagógica de formar cidadãos críticos e com responsabilidade na sua relação com o meio onde estão inseridos (MOREIRA, 2011).

Contudo, podemos associar ao método tradicional de ensino a utilização de metodologias ativas usando recursos didático-pedagógicos adequados que possam ser aliados e capazes de despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes não só pelas ciências da natureza, mas também por qualquer outro conteúdo proposto pelo professor (NICOLA e PANIZ, 2016).

Estévão, Silva (2024) e Marques et al. (2021) argumentam que as metodologias ativas de ensino consistem num conjunto de abordagens didático pedagógicas que são destinadas a fomentar o pensamento autônomo e a desenvolver competências sociais e cognitivas, posicionando o aluno como o elemento central no seu próprio processo de formação.

Ademais, as abordagens didático-pedagógicas podem ser fortalecidas através da utilização de materiais e técnicas que facilitam o processo de aprendizagem dos estudantes (SOUZA, 2007). Essas abordagens, denominadas como atividades lúdicas, experimentais e práticas, incluem o uso de materiais de baixo custo e a integração de tecnologias como celulares, tablets, computadores, aplicativos, internet e outros dispositivos disponíveis (TOMAZELLO e SCHIEL, 2000). Além disso, há a possibilidade de os próprios alunos

participarem na construção desses materiais, promovendo um aprendizado mais envolvente, atrativo e ativo (SOUZA, 2007).

A metodologia de ensino de ciências por meio da investigação apresenta-se como uma alternativa prática e viável à abordagem tradicional, que é amplamente utilizada na educação formal. O ensino por investigação coloca o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem, proporcionando uma fonte construtiva de conhecimento (CARVALHO et al., 2022).

Além disso, permite que os conteúdos sejam confrontados com conhecimentos empíricos, favorecendo, então, a aprendizagem e a alfabetização científica de forma significativa (MOREIRA, 2011). Neste contexto, o papel do professor é essencialmente o de orientar e facilitar o aluno na aquisição de novos conhecimentos, ajudando-o a estabelecer conexões entre as novas informações e as experiências previamente adquiridas ao longo da sua formação escolar (CARVALHO et al., 2022).

Ao propor uma atividade investigativa, o professor apresenta problemas que desafiam os estudantes a desenvolver soluções, incentivando-os a formular hipóteses, testá-las e, posteriormente, partilhar suas conclusões e reflexões com os colegas. Este processo promove a construção de novos conhecimentos com características científicas sendo, então, o divisor de águas entre o ensino meramente expositivo e aquele em que o professor proporciona condições de criatividade e autonomia (CARVALHO et al., 2022). No entanto, a metodologia de ensino por investigação não objetiva substituir completamente os recursos tradicionais, como as aulas expositivas; estas continuam a ser válidas quando inseridas num contexto justificável e que contribua para o processo de aprendizagem.

É imprescindível que o professor possua formação sólida e consiga estabelecer relação de confiança com seus alunos. O compromisso em estimular os estudantes a pesquisar e aprofundar-se nos conteúdos é de fundamental importância. O professor deve incentivar os estudantes a reconhecerem-se como parte de um mundo globalizado e atuarem como agentes ativos no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, os alunos podem compreender a importância de adquirir novos conhecimentos de relevância e aplicá-los no seu contexto pessoal e social (SOUZA, 2007).

No atual contexto de pós-pandemia, causada pelo novo coronavírus ou vírus sars-cov-19, as aulas são obrigatoriamente presenciais na educação básica, logo são ministradas no formato presencial nas unidades escolares do Distrito Federal. O ensino de ciências por investigação é uma excelente alternativa para o professor que deseja atingir objetivos de aprendizagem de forma atrativa, ativa e estimulante em que os estudantes possam desenvolver suas habilidades e competências de forma prática, lúdica e com experiências usando materiais de baixo custo (BRAIBANTE et al., 2013).

O tema fermentação alcoólica tem se tornado cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, porque esse processo bioquímico energético tem enorme importância econômica, sendo amplamente utilizado na indústria alimentícia de bebidas, assim como na produção de biocombustíveis como o etanol, fonte de energia renovável, isso com o uso da matéria-prima extraída da cana-de-açúcar. Sua relevância pode ser evidenciada pela sua conexão com diversos tópicos essenciais no ensino das Ciências da Natureza como a Química, a Biologia e a Física (BRAIBANTE et al., 2013).

No que lhe concerne, essa temática também está prevista na BNCC - Base Nacional

Comum Curricular - (BRASIL, 2018):

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais (BRASIL, 2018, p. 560).

E no Currículo em Movimento do Novo Ensino Médio da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2018):

(CN44FG) Compreender o processo de obtenção dos combustíveis renováveis e não-renováveis, suas utilizações como fontes de energia e implicações dessas utilizações (DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 99).

Com base nessa fundamentação, este trabalho teve como objetivo apresentar elementos da temática sobre a síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose extraída da cana-de-açúcar a partir das relações entre o referencial teórico discutido pelo ensino de ciências por meio da investigação (CARVALHO et al., 2022) e o da aprendizagem significativa discutido por David P. Ausubel (MOREIRA, 2011), coletados em uma turma de 2ª série do novo Ensino Médio em uma escola pública do Distrito Federal, localizada na Região Administrativa do Gama.

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa qualitativa porque não se preocupa com análises estatísticas de forma aprofundada e descritiva porque descreve de forma detalhada os resultados coletados (JUNIOR e BATISTA, 2023), na qual foi analisado o desenvolvimento didático de uma sequência de ensino por investigação. Tal abordagem incluiu a proposição de problemas, a formulação de hipóteses, a experimentação, a coleta de dados, além da análise sistemática e do compartilhamento dos resultados obtidos.

Organizamos este trabalho em diferentes seções e subseções, nas quais abordamos, inicialmente, os objetivos gerais e específicos, o referencial teórico relacionado à teoria da aprendizagem significativa. Em seguida, discutimos de maneira sucinta o ensino de ciências por investigação. Depois, apresentamos de forma detalhada a metodologia que adotamos, acompanhado de nosso relato de experiência. Por fim, concluímos o trabalho com uma síntese das principais ideias e reflexões resultantes da pesquisa com nossas considerações finais e uma breve conclusão.

II. OBJETIVOS

II.1. Objetivo geral

Apresentar elementos da temática sobre a síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose por meio do ensino de ciências por investigação na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa.

II.2. Objetivos específicos

- Verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose.
- Propor uma sequência de ensino por meio da investigação através de atividades práticas e teóricas.
- Montar um destilador simples com o uso de materiais de baixo custo e testá-lo em uma atividade experimental em laboratório.
- Relatar a experiência da aplicação de uma sequência de ensino por investigação por meio da experimentação.

III. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

III.1. A teoria da aprendizagem significativa

David P. Ausubel (1918-2008) foi o primeiro pesquisador a desenvolver e aplicar o conceito de Aprendizagem Significativa. Motivado pelo interesse em compreender o processo de aprendizagem dos alunos, ele acreditava que esse entendimento poderia ser essencial e usado para fundamentar a atuação do professor no processo de ensino e aprendizagem (BATISTA, et al., 2024).

Ausubel acreditava nas ideias propostas por outro pesquisador sobre formas de como aprendemos, esse estudioso da aprendizagem era Jean W. F. Piaget (1896-1980). As ideias piagetianas discute a aprendizagem como um processo de assimilação e organização de novos conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz. Contudo, Ausubel não acreditava nas teorias comportamentais da aprendizagem, porque ele defendia que a aprendizagem em nível escolar não poderia ser desenvolvida por meio de estímulos-respostas e, ainda assim, envolver processos cognitivos complexos. Para Ausubel, a aprendizagem significativa tem foco primordial na aprendizagem cognitiva (MOREIRA, 2023).

De acordo com Ausubel (1980), a aprendizagem significativa se caracteriza como um processo no qual o novo conhecimento se ancora de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aprendiz. Assim, o conhecimento prévio do aprendiz interage de forma significativa com as novas informações que lhe são ofertadas, resultando em transformação na sua estrutura cognitiva (BATISTA et al., 2024). Devid Paul Ausubel acreditava que:

[...] a essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas de maneira substantiva e não arbitrária que que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito, uma proposição, já significativo (AUSUBEL, 1978, p. 41 apud MOREIRA, 2023 p. 142).

Na teoria da aprendizagem significativa, entendemos que a organização cognitiva do aprendiz é relevante para a aprendizagem de novos conceitos de ordem científica, porque estes

são formados por uma organização complexa de conceitos e proposições que estruturam um conjunto de novas relações que se ligam à estrutura de saberes específicos ao cérebro humano (BATISTA et al., 2024).

Ausubel acreditava que essa estrutura de saberes específicos de conhecimentos é chamada de subsunção e que poderíamos, então, ancorar novos conceitos aos já existentes e organizados de forma hierárquica e conceitual, usando materiais de aprendizagem potencialmente significativos e predisposição por parte do aprendiz em aprender (MOREIRA, 2023, p. 142.).

Considerando essas ideias, podemos discutir que a aprendizagem envolve dois estágios. O primeiro discute a respeito da forma como a informação chega ao aprendiz; o segundo discute a respeito da forma como o aprendiz incorpora em sua estrutura cognitiva a informação recebida. Considerando o primeiro estágio, há duas modalidades: a primeira pela recepção se a informação que for proposta pelo professor o aprendiz apenas tiver que armazená-la; a segunda pela descoberta se a informação for o resultado de uma descoberta autônoma do aprendiz (MOREIRA, 2013).

No que tange ao segundo estágio, a incorporação de conhecimento pode ocorrer de forma mecânica, caracterizada pela simples justaposição do novo conteúdo ao conhecimento preexistente; ou de maneira significativa por meio da inserção de novos conhecimentos que se integram e se relacionam com os já assimilados (BATISTA et al., 2024). Um claro exemplo de aprendizagem mecânica são os exercícios, atividades e testes de respostas aos estímulos que o professor oferece aos alunos. Nesse exemplo, observamos um dos significados arbitrários associados cujo pedido é a memorização dessa associação entre as informações (BATISTA et al., 2024).

É importante ressaltar que a aprendizagem significativa tem característica pela interação entre conhecimentos prévios e novos conhecimentos, e que essa interação deve ser não-literal e não-arbitrária. Nesse sentido, os novos conhecimentos adquirem significados para o aprendiz e os subsunções adquirem, assim, novos significados ou maior solidez cognitiva. De acordo com Moreira (2010):

[...] é importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2010, p. 2).

Deste modo, a proposta de aprendizagem significativa é de conceder sentido àquilo que se pretende aprender de forma a proporcionar ao aprendiz um aprendizado que seja relevante dentro de um contexto educacional. O centro da aprendizagem significativa é o aluno e, obviamente, ele deve ser o sujeito construtor da sua aprendizagem de forma autônoma e ativa (BATISTA et al., 2024).

Para Moreira (2013), deve-se partir do aluno o interesse pela aprendizagem, a atividade mais importante do professor nessa relação é a de despertar no estudante a curiosidade, o interesse, a vontade em aprender e propor condições para que isso ocorra naturalmente mesmo que seja corrigindo erros. Dessa forma, o aluno interessado aplicará um processo contínuo que irá superar a aprendizagem de forma mecânica. À vista disso, a aprendizagem

significativa envolverá a aquisição de novos significados e esses novos significados serão produtos da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2013).

Podemos observar se houve ou não aprendizagem significativa através da compreensão autêntica de um conceito, isso implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis (MOREIRA, 1999). Porém, ao tratarmos essa compreensão simplesmente solicitando que o aluno diga quais os atributos essenciais de um conceito ou os elementos essenciais de uma proposição, podemos obter respostas mecânicas e memorizadas.

Adicionalmente, David P. Ausubel (1918-2008) propõe que para evitarmos a simulação da aprendizagem significativa devemos elaborar questões-problemas de uma forma diferente e não familiar, que exige do aluno o máximo de transformação do conhecimento adquirido. Para isso, testes ou provas devem, no mínimo, ser fraseados de maneira diferente daquela originalmente apresentada pelo material instrucional (MOREIRA, 1999).

III.2. O ensino de ciências por investigação

É consenso entre os autores que discorrem sobre o ensino de ciências que ele deve viabilizar a apropriação crítica do conhecimento científico dentro da proposta que objetiva o letramento e a alfabetização científica que se referem à aplicação do conhecimento científico e tecnológico no dia a dia dentro do contexto histórico e sociológico específico de cada um (CARVALHO et al., 2023). Além dessa referência, o Currículo em Movimento do Distrito Federal (2018) em seus textos afirma, de forma categórica que:

[...] os processos formativos em ciências devem ofertar subsídios para que os alunos possam interpretar fatos, fenômenos e processos naturais e compreender o arcabouço de aparatos e procedimentos tecnológicos do dia a dia social e profissional, tornando-os, dessa forma, capazes de superar problemas e tomar decisões conscientes e se posicionar como sujeitos críticos, autônomos e ativos (DISTRITO FEDERAL, 2018 p. 205).

Entendemos que questionar, propor problemas, propor hipóteses, solucionar problemas, propor experimentos, testar hipóteses, verificar os dados coletados e compará-los devem ser práticas do cotidiano em sala de aula. Dessa forma, podemos fazer com que os estudantes possam pensar em soluções e obter novos conhecimentos, sendo, então, essa prática, certamente, ligada aos objetivos do ensino por investigação através da experimentação.

Não temos dúvida de que as atividades experimentais são recursos didáticos importantes que estão presentes na aprendizagem em ciências e elas são capazes de envolver os estudantes de maneira muito mais atrativa do que as aulas expositivas tradicionais (MONTEIRO et al., 2021).

A atividade investigativa que envolve a aplicação de uma experimentação pode ser uma ferramenta capaz de tornar as aulas mais próximas da realidade do estudante. De certo, uma maneira de mesclar as aulas tradicionais às metodologias ativas (LUCESI et al., 2022). Contudo, esse recurso tem sido pouco utilizado por parte dos professores de ciências sendo justificado, por exemplo, pelo excesso de estudantes por turma, pela falta de laboratório e materiais adequados a experimentação e, ainda, pela imaturidade dos estudantes para realizarem esse tipo de atividade proposta (MONTEIRO et al., 2021).

O ensino por investigação, também conhecido como ensino baseado na investigação ou inquiry-based learning, tem ganhado relevância na educação básica brasileira ao longo das últimas décadas (ZÔMPERO et al., 2019). Para Zômpero et al. (2019), este modelo pedagógico se alinha com a perspectiva construtivista de aprendizagem, enfatizando o papel ativo do estudante na construção do conhecimento por meio da exploração, questionamento e resolução de problemas.

A origem do ensino por investigação pode ser rastreada até o trabalho de filósofos e educadores como John Dewey, que defendia uma educação centrada na experiência e na reflexão crítica pelos estudantes (ZÔMPERO et al., 2019).

No Brasil, a introdução de práticas investigativas no ensino básico começou a se consolidar a partir da década de 1980, influenciada por reformas educacionais e pela incorporação de teorias construtivistas, como as de Jean Piaget e Lev Vygotsky (ZÔMPERO et al., 2019).

O ensino por investigação no Brasil é caracterizado por uma abordagem centrada no estudante, onde o professor atua como facilitador/mediador do processo de aprendizagem (ZÔMPERO et al., 2019). Nesta modalidade, os estudantes são incentivados a formular perguntas, conduzir investigações, coletar e analisar dados, e tirar conclusões a partir de suas descobertas. Este processo promove o desenvolvimento de habilidades críticas, analíticas e de resolução de problemas (ZÔMPERO et al., 2019).

A implementação do ensino por investigação nas escolas brasileiras enfrenta desafios e barreiras, como a necessidade de formação adequada dos professores e a adaptação dos currículos tradicionais (GALIAZZI; MORAES, 2002; RIBEIRO, 2023). A capacitação docente é essencial para que os professores possam orientar e apoiar seus estudantes em suas investigações, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativa e reflexiva (GALIAZZI; MORAES, 2002; RIBEIRO, 2023).

Para Ribeiro (2023), diversas iniciativas e projetos têm sido desenvolvidos para promover o ensino por investigação no Brasil. Programas de formação continuada para professores, materiais didáticos específicos e a integração de novas tecnologias educacionais são algumas das estratégias utilizadas para fomentar essa abordagem pedagógica (GALIAZZI; MORAES, 2002; RIBEIRO, 2023). Além disso, políticas públicas e diretrizes curriculares (BNCC, 2018) têm buscado incentivar a adoção de práticas investigativas no ensino básico (GALIAZZI; MORAES, 2002; RIBEIRO, 2023). No Distrito Federal, há o Currículo em Movimento da Educação Básica (DISTRITO FEDERAL, 2018).

O impacto do ensino por investigação na educação básica é amplamente positivo. Estêvão, Silva (2024) e Marques et al. (2021) indicam que os estudantes envolvidos em atividades investigativas demonstram maior interesse e motivação pelos estudos, desenvolvem habilidades de pensamento crítico e criativo, e apresentam melhor desempenho acadêmico em comparação com métodos de ensino tradicionais. Este modelo também contribui para a formação de cidadãos mais autônomos e preparados para enfrentar os desafios do século XXI (CARVALHO et al., 2022).

No contexto brasileiro, o ensino por investigação tem sido especialmente relevante nos componentes curriculares como os de Física, Biologia e Química onde a exploração de fenômenos naturais e sociais pode ser enriquecida por abordagens investigativas (FEITOSA; MEDEIROS; CAVALCANTE, 2022). No entanto, essa metodologia também pode ser aplicada com sucesso em outras áreas do conhecimento, promovendo uma compreensão mais

profunda e contextualizada dos conteúdos (CARVALHO et al., 2022).

Galiazzi e Moraes (2002) afirmam que o ensino por investigação deve destacar a importância de um ambiente de aprendizagem que valorize a curiosidade e a participação ativa dos estudantes. Para isso, é fundamental que as escolas disponham de recursos adequados, como laboratórios, bibliotecas e acesso à internet, além de uma cultura escolar que incentive a colaboração e a troca de ideias e, evidentemente, a formação continuada dos docentes (GALIAZZI; MORAES, 2002; ESTÉVÃO; SILVA, 2024). O sucesso do ensino por investigação depende, em grande medida, do compromisso dos educadores em criar oportunidades significativas de aprendizagem investigativa (MOREIRA, 1999; ESTÉVÃO; SILVA, 2024). Isso inclui a elaboração de projetos interdisciplinares (LÜCK, 2013), a utilização de metodologias ativas e a incorporação de avaliações formativas que permitam acompanhar o progresso dos educandos ao longo do processo investigativo (LUCHESE et al., 2022). O ensino por investigação na educação básica no Brasil representa uma abordagem pedagógica inovadora e eficaz, que responde às necessidades de uma sociedade em constante transformação, avanço da ciência e da tecnologia (ESTÉVÃO; SILVA, 2024). Ao promover a participação ativa dos estudantes e o desenvolvimento de competências essenciais, essa metodologia contribui para a formação de indivíduos críticos, criativos e comprometidos com a construção de um futuro mais sustentável e justo (CARVALHO et al., 2022; ESTÉVÃO; SILVA, 2024).

Galiazzi e Moraes (2002) afirmam que o ensino por investigação deve destacar a importância de um ambiente de aprendizagem que valorize a curiosidade e a participação ativa dos estudantes. Para isso, é fundamental que as escolas disponham de recursos adequados, como laboratórios, bibliotecas e acesso à internet, além de uma cultura escolar que incentive a colaboração e a troca de ideias e, evidentemente, a formação continuada dos docentes (GALIAZZI; MORAES, 2002; ESTÉVÃO; SILVA, 2024).

O sucesso do ensino por investigação depende, em grande medida, do compromisso dos educadores em criar oportunidades significativas de aprendizagem investigativa (MOREIRA, 1999; ESTÉVÃO; SILVA, 2024). Isso inclui a elaboração de projetos interdisciplinares (LÜCK, 2013), a utilização de metodologias ativas e a incorporação de avaliações formativas que permitam acompanhar o progresso dos educandos ao longo do processo investigativo (LUCHESE et al., 2022).

O ensino por investigação na educação básica no Brasil representa uma abordagem pedagógica inovadora e eficaz, que responde às necessidades de uma sociedade em constante transformação, avanço da ciência e da tecnologia (ESTÉVÃO; SILVA, 2024). Ao promover a participação ativa dos estudantes e o desenvolvimento de competências essenciais, essa metodologia contribui para a formação de indivíduos críticos, criativos e comprometidos com a construção de um futuro mais sustentável e justo (CARVALHO et al., 2022; ESTÉVÃO; SILVA, 2024).

IV. METODOLOGIA

IV.1. Descrição detalhada dos procedimentos metodológicos

Optamos por realizar atividades experimentais usando métodos investigativos, isso com o uso de materiais de baixo custo. Também elaboramos um diário de bordo contendo a

descrição dos procedimentos e descobertas sobre os processos que envolvem a síntese do etanol. Esse tipo de abordagem permite a observação e a coleta de dados diretamente no local de pesquisa, caracterizando-se como uma pesquisa qualitativa e descritiva (JUNIOR e BATISTA, 2023).

A atividade investigativa que aplicamos durante o percurso de 4 encontros (1 por semana) com 2 aulas de 45 min foi realizada com um grupo de 35 estudantes regularmente matriculados no Centro Educacional 08 do Gama Distrito Federal. O número de estudantes que participaram da pesquisa de campo pode ter sofrido alterações durante a aplicação da atividade investigativa, podem ocorrer ausências durante as aulas por diversos motivos que, em geral, são justificadas. O público-alvo das aulas foram os estudantes do novo Ensino Médio, que frequentam a 2ª série da educação básica que compreende a 1ª, 2ª e 3ª séries dessa etapa da educação.

O Centro Educacional 08 do Gama atende estudantes do Ensino Fundamental II, 8ª e 9ª anos, com 6 turmas no total, são 2 turmas de 8ª ano e 4 turmas de 9ª ano. Atende, também, estudantes do novo Ensino Médio, formado por 14 turmas distribuídas da seguinte forma: 4 turmas de 1ª série, 4 turmas de 2ª série e 6 turmas de 3ª série. A unidade escolar funciona em período de tempo integral (EMTI), durante o matutino os estudantes frequentam as aulas de FGB (Formação Geral e Básica) e cursam 2 vezes na semana os IF (Itinerários Formativos). Durante o período vespertino, os alunos frequentam oficinas com diferentes formações, dentre as quais, eles podem escolher em quais participar. São 4 aulas de 50 min com um intervalo de 20 min a cada 2 aulas. Dessa forma, os estudantes permanecem por 08h:00min consecutivas na Escola (das 07h:30min às 16h:30min).

Dentre várias, uma das abordagens pedagógicas que não se baseia exclusivamente no ensino tradicional, mas que considera os estudantes como participantes ativos e protagonistas do processo de aprendizagem e que, ao adotar essa proposta investigativa para o ensino de ciências, ela possibilita o uso da experimentação como um de seus principais eixos norteadores, apesar de não ser um requisito indispensável para a aplicação da metodologia investigativa, a prática experimental contribui de forma significativa para aprofundar a compreensão e o engajamento dos estudantes com os conceitos a serem abordados durante as aulas de Ciências da Natureza (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Considerando esse contexto, para que a aplicação da atividade investigativa fosse realizada propriamente, apresentando-se como fundamento à concepção teórica de David Ausubel (1963), a TAS (Teoria da Aprendizagem Significativa), contruímos um mapa conceitual (figura 01) que utilizamos inicialmente para nortear a coleta de subsunçores a serem trabalhados, prontamente consideramos a temática a ser ensinada e o nível de escolaridade do público-alvo.

Com base no mapa conceitual elaborado, que contém os subsunçores de interesse, elaboramos um questionário estruturado composto por seis afirmações (Tabela 1). Os estudantes deveriam indicar uma das três opções de resposta para cada uma das questões-problemas: (A) Concordo com a afirmação, (B) Discordo da afirmação ou (C) Tenho dúvidas sobre a afirmação.

Dessa forma, conseguimos verificar de forma específica os subsunçores que estariam ou não presentes na estrutura cognitiva do público-alvo e, assim, reforçar ou ancorar novos conhecimentos sobre a temática proposta.

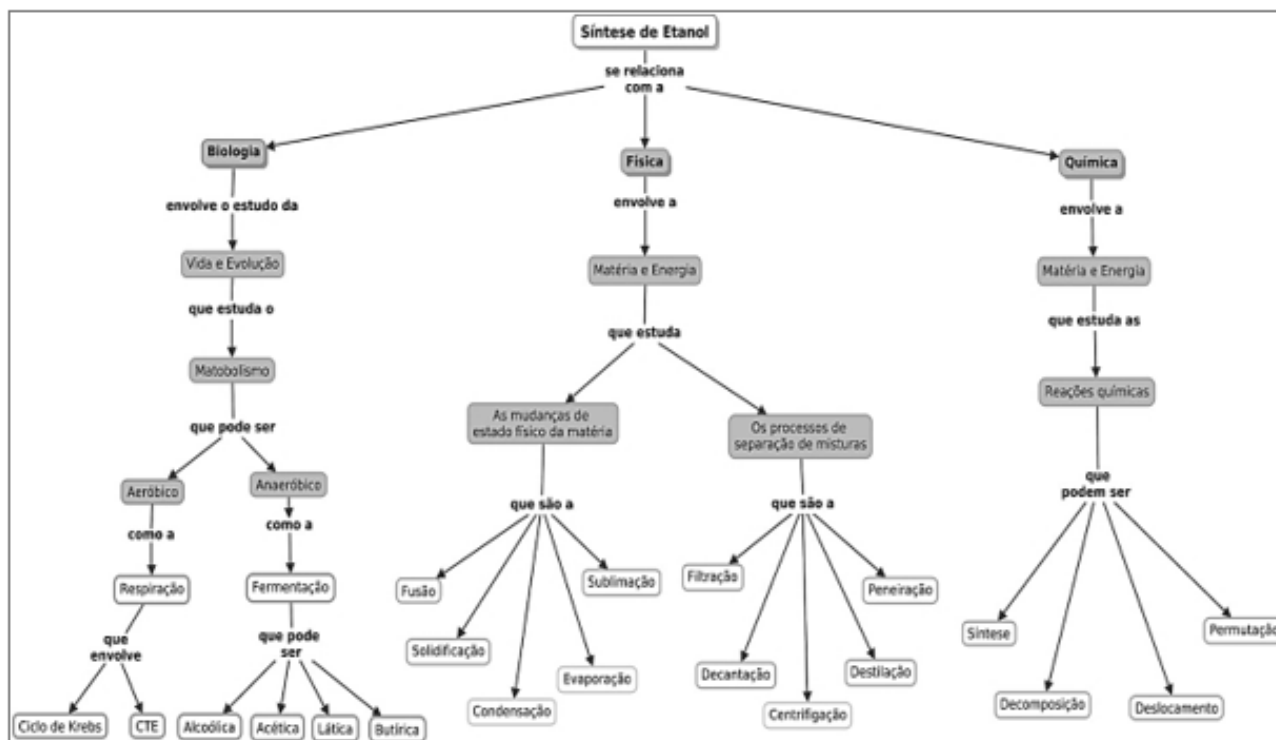


Figura 1: Mapa de subsunçores de interesse. Assunto: síntese de etanol.

As questões foram elaboradas considerando conceitos importantes relacionados à temática síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica e os processos envolvidos na produção do etanol a partir da sacarose extraída da cana-de-açúcar.

Entendemos que ao marcar a resposta A (concordo com a afirmação), se a afirmação estiver correta sobre o conteúdo proposto o aluno tem conhecimento sobre o tema abordado, mas se a afirmação estiver errada o aluno não tem conhecimento sobre o tema. Ao marcar a resposta B (discordo da afirmação), se a afirmação estiver correta, o aluno não tem conhecimento sobre o tema, mas se a afirmação estiver incorreta, o aluno tem conhecimento sobre o tema. E quando o aluno marcar a resposta C (tenho dúvidas sobre a afirmação), entendemos que o aluno precisa reforçar a aprendizagem sobre o conteúdo proposto naquele item, isso independe de a afirmação estar correta ou incorreta. Dessa forma, é possível fazer uma avaliação prévia para o planejamento das aulas e abordar de forma intencional o conteúdo que precisa ser compreendido pelo aluno para posterior aprofundamento nos estudos sobre os conteúdos que propomos ensinar.

A construção do questionário consideramos o seguinte objetivo de aprendizagem descrito no Currículo em Movimento do Distrito Federal (2018):

(CN05FG) Distinguir os níveis de organização dos seres vivos, identificando características das moléculas orgânicas e inorgânicas, estruturas celulares, tecidos e sistemas que interagem de forma harmônica para a manutenção da vida de um organismo (Distrito Federal, 2018, p. 96).

Como planejado, aplicamos o questionário (apêndice I) aos estudantes (32 participantes) com a finalidade de realizar a coleta de dados sobre os subsunçores. Esse questionário

N	Questões-problema	Resposta		
Q1	O ciclo de Krebs é considerado um processo aeróbico, visto que ocorre na presença de oxigênio, sendo uma das etapas da respiração celular.	(a) Concordo	(b) Discordo	(c) Tenho dúvidas
Q2	A fermentação alcoólica é um processo bioquímico realizado por organismos fermentadores, como as leveduras, que tem como produto final o CO ₂ e etanol, com liberação de energia na forma de ATP.	(a) Concordo	(b) Discordo	(c) Tenho dúvidas
Q3	A fusão é um processo de mudança de estado físico da matéria em que um corpo passa do estado sólido para o estado líquido com ganho de energia térmica.	(a) Concordo	(b) Discordo	(c) Tenho dúvidas
Q4	A destilação é um processo de separação de misturas cuja função é separar misturas homogêneas no estado líquido por meio da diferença dos pontos de ebulição.	(a) Concordo	(b) Discordo	(c) Tenho dúvidas
Q5	As reações químicas caracterizam-se pelas mudanças nas propriedades químicas e físicas dos materiais que participam como reagentes, por exemplo, na fermentação alcoólica.	(a) Concordo	(b) Discordo	(c) Tenho dúvidas
Q6	Podemos classificar as reações químicas em reações de síntese, decomposição, deslocamento e permutação. Tais reações podem ou não liberar alguma forma de energia.	(a) Concordo	(b) Discordo	(c) Tenho dúvidas

Tabela 1: Questões-problemas elaboradas com base no mapa de subsunções de interesse.

diagnóstico foi disponibilizado de forma impressa aos estudantes em um primeiro momento da atividade investigativa. A orientação foi para que os alunos não realizassem pesquisas de forma alguma, e que seria necessário usar apenas o conhecimento adquirido sobre os conteúdos durante sua jornada escolar até naquele momento. É importante registrar que alguns alunos persistiram em usar seus celulares para fazer pesquisas breves, mas em uma segunda orientação e firmado um compromisso, contrato pedagógico entre as partes, professor e aluno, eles compreenderam a importância da atividade naquele momento e não insistiram em usar seus aparelhos de celular.

Com uso da ferramenta de diagnóstico (questionário de subsunções), os participantes foram estimulados a classificar as afirmações sobre conhecimentos gerais dos fungos, níveis de organização dos seres vivos, características das moléculas orgânicas e inorgânicas, estruturas celulares, tecidos, sistemas que sustentam a vida, metabolismo, biotecnologia,

função enzimática, reações químicas, propriedades gerais e específicas da matéria, mudanças de estado físico da matéria, fermentação alcoólica, energias renováveis e não renováveis (BRASIL, 2018). O objetivo foi o de estabelecer correlações diretas com a questão da síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose extraída da cana-de-açúcar.

De posse das respostas dos alunos, a análise permitiu traçar estratégias para os conteúdos, subtemas e temas que mais necessitariam de organização prévia dentro da estrutura cognitiva. No segundo encontro, a aula teve como objetivo realizar a organização prévia, que foi desenvolvida a partir dos resultados do primeiro momento, os conteúdos foram contextualizados, possibilitando condições para que os alunos conseguissem trabalhar com as fragilidades relevantes naquele momento da atividade investigativa.

Em um terceiro encontro, os alunos foram convidados a assistir um vídeo, previamente selecionado, sobre a síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose extraída da cana-de-açúcar. Depois, eles foram estimulados a responder questões sobre o vídeo em um debate. Textos foram distribuídos para leitura, interpretação e compreensão dos processos envolvidos na síntese do etanol. Essa atividade teve como objetivo realizar a imersão dos alunos na temática proposta.

Posteriormente, fizemos a proposta de construir um destilador simples usando materiais de baixo custo (tabela 02) para investigar os processos que envolvem a produção do etanol no próprio laboratório da escola de forma prática e experimental. Essa atividade experimental teve como objetivo investigar os processos envolvidos na produção de etanol de forma prática, lúdica e integradora.

Material usado	Quantidade	Aquisição
Caldo-de-cana	4 L	Recursos próprios
Fermento biológico 40 g	40 g	Recursos próprios
Recipiente de alumínio 2,5 litros	01 un	Doação
Mangueira transparente PVC 10 mm	1,5 m	Doação
Tubo de cobre de 8 mm	1,5 m	Recursos próprios
Abraçadeira de aço 10 mm	01 un	Doação
Panela de pressão usada 4,5 litros	01 un	Doação
Tubo de cola para PVC 80 g	80 g	Recursos próprios
Fogão elétrico por condução c/ 1 condutor	01 un	Recursos próprios
Filtro de papel para café	5 un	Laboratório da Escola
Recipiente de vidro ou Béquer 500 ml	01 un	Laboratório da Escola
Recipiente de plástico c/ tampa transp. 50 ml	01 un	Doação
Recipiente de plástico c/ tampa transp. 10 ml	01 un	Recursos próprios

Tabela 2: Descrição, quantidade e formas de aquisição dos materiais que foram usados durante as aulas experimentais.

Durante a aula experimental, o caldo-de-cana foi fermentado usando as leveduras presentes no fermento biológico de padaria da marca Fleischmann, o processo de fermentação foi realizado em um recipiente de plástico com a capacidade de 10 L com tampa e uma válvula de pressão durante um período de 72 h. Para ativar o metabolismo das leveduras, os 40 g de fermento biológico foram adicionados a uma mistura contendo 500 mL de água e 300 mL

de caldo-de-cana filtrado e a temperatura de 38 °C. Depois, adicionamos as leveduras com o metabolismo ativado (leveduras em crescimento) aos 4 L de caldo-de-cana no recipiente de plástico de 10 L de capacidade para a fermentação. Após a fermentação, o mosto ou fermentado foi destilado usando um destilador caseiro, montado usando materiais de baixo custo. Todas as etapas da atividade foram registradas pelos estudantes em folhas avulsas, fotografias, anotação que foram transcritas para um diário de bordo e confecção de um pôster.

Durante aula experimental, os alunos (28 participantes) montaram o destilador com os materiais de baixo custo e com auxílio do professor; perguntas, no geral, foram apresentadas pelos próprios estudantes; e com as observações sendo realizadas foi possível realizar a coleta de dados no ambiente de pesquisa. Ao mesmo tempo em que respostas eram propostas pelo professor, perguntas também eram colocadas em contraponto, porque essa relação é particularmente importante, dado que a discussão é aberta entre o professor e seus alunos. Durante esse encontro foi possível verificar o domínio procedimental dos educandos, pois é possível investigar e relacionar visualmente a causa e o efeito que explica esses comportamentos investigados (CARVALHO et al. 2022).

Durante o quarto e último encontro, aplicamos aos alunos (22 participantes) um novo questionário estruturado como avaliação somativa (apêndice II), além de apresentar esse propósito ela também teve como princípio norteador verificar o nível de conhecimento e se houve AS (Aprendizagem Significativa). De acordo com Moreira (2023):

[...] as evidências da aprendizagem significativa podem ser verificadas por meio de testes de compreensão em que, no mínimo, as afirmações sobre a temática para classificação pelos estudantes devem ser parafraseadas e apresentadas em um contexto de alguma forma diferente daquela originalmente apresentada pelos materiais instrucionais (MOREIRA, 2023 p. 143).

Esse trabalho de pesquisa trata-se de um relato de experiência, cuja pesquisa seguiu princípios éticos, respeitando a decisão de participar ou não da atividade investigativa. Em todas as etapas deixamos claro que a atividade investigativa se tratava de uma atividade que iria subsidiar a escrita de um artigo científico e que teria a possibilidade de ser publicado em uma revista científica de alto impacto. De modo consequente, foram respeitadas as orientações previstas nos seguintes documentos que tratam de pesquisas que envolvem seres humanos: as resoluções CNS (Conselho Nacional de Saúde) Resolução nº 466 de 2012 (BRASIL, 2012), Resolução nº 510 de 2016 (BRASIL, 2016) e complementares.

A escolha pelo método qualitativo e descritivo para produção desse trabalho está ancorada em motivos de ordem prática e não ideológica, porque esse tipo de abordagem metodológica pode ser utilizado em diferentes campos científicos, incluído o da educação (JUNIOR e BATISTA, 2023, p. 13).

Contudo, uma das maiores dificuldades sobre o uso dessa metodologia está no fato de saber organizar e sistematizar o grande volume de dados que são gerados com a realização da pesquisa de campo de forma que eles possam auxiliar na produção dos resultados e da nossa análise de forma clara e objetiva (JUNIOR e BATISTA, 2023).

V. RELATO DE EXPERIÊNCIA

V.1. Caracterização do público-alvo e das etapas das atividades investigativas

Optamos por realizar este trabalho com estudantes matriculados no novo ensino médio da 2ª Série de uma escola pública do Distrito Federal em um contexto de aula presencial e pós-pandemia. Seleccionamos uma das turmas em que as atividades investigativas foram aplicadas para relatarmos a nossa experiência.

A faixa etária dos estudantes está entre 15 e 17 anos de idade. As atividades investigativas foram aplicadas usando materiais de baixo custo, a sala de aula e o laboratório da unidade escolar. A escola se localiza na Região Administrativa do Gama (RA II), Setor Sul, no Distrito Federal, e está subordinada à Coordenação Regional de Ensino do Gama ou CRE-Gama.

As atividades investigativas foram aplicadas dentro da perspectiva da sequência de ensino por investigação, seguindo quatro etapas, com quatro encontros de duas aulas presenciais de 45 min cada, totalizando 360 min de aula. A sequência de ensino por investigação pode ser melhor visualizada na tabela 3, a seguir:

Etapas	Procedimentos	Objetivos	Tempo	Local
01	Aplicação do questionário para levantamento dos subsunçores.	Verificar os conhecimentos prévios dos alunos para planejar as demais ações pedagógicas.	90 min	Sala de aula
02	Contextualização da atividade investigativa por meio de debates e escuta ativa dos estudantes.	Problematizar e propor hipóteses sobre a temática da síntese do etanol.	90 min	Sala de aula
03	Apreciação de vídeos sobre a síntese do etanol, com proposta de montagem de um destilador simples.	Propor uma atividade investigativa (AI) por meio da experimentação.	90 min	Sala de aula
04	Aquisição de materiais de baixo custo para montagem de um destilador simples e verificação de sua eficiência na destilação.	Construir um destilador simples utilizando materiais de baixo custo.	90 min	Laboratório

Tabela 3: Visão geral das etapas, procedimentos didáticos-pedagógicos, objetivos, tempo e local da atividade.

V.2. Verificando os conhecimentos prévios dos estudantes

Durante a aplicação do questionário de subsunçores, foi possível perceber que os estudantes não estavam inicialmente engajados para responder às questões. Observamos com frequência que os alunos estavam dispersos e sem compromisso com a atividade proposta. Orientamos para que as respostas fossem dadas a partir do que eles já sabiam sobre a temática abordada e que não fizessem pesquisas em qualquer tipo de material. Alguns estudantes insistiram em realizar pesquisas nos seus aparelhos de celulares. Foi preciso fazer um contrato didático para que eles não insistissem em realizar as pesquisas para responder ao questionário contendo as questões-problema.

Essas observações foram percebidas pelas declarações coletadas durante as aulas presenciais e registradas.

[...] E1. Professor, essa atividade vale nota? E2. Quantos pontos vale se eu acertar todas as questões? E3. Pode fazer pesquisas na internet? E4. Pode usar o livro? E5. Professor, pode consultar a resposta do colega? E6. Nós vamos aprender esse conteúdo primeiro fazendo atividades? E7. O certo não explicar o conteúdo e depois fazer atividades? E8. Como você vai saber a nota se as respostas é discordo da afirmação, concordo com a afirmação ou tenho dúvidas sobre a afirmação? E9. Nunca ouvi falar em Ciclo de Krebs. E10. Professor, leveduras são o quê mesmo? E11. Já estudei sobre essa questão de mistura homogênea? E12. Essa decomposição aqui é o que as bactérias e os fungos fazem? E13. Fermentação alcoólica serve para fazer pães e bolos? E14. É obrigatório responder essa atividade?

Depois de reforçar a importância da atividade naquele momento, eles compreenderam e não utilizaram de fontes de pesquisa para terminar a atividade proposta.

O tempo disponível que deve ser dedicado para ser um professor e pesquisador dentro das Unidades Escolares de Educação Básica é um fator que impede o desenvolvimento das atividades de pesquisa. Esse tempo não é o suficiente para realizar todas as atividades de forma planejada.

Muitos dos estudantes não apresentam interesse em participar de forma ativa das atividades propostas, há muita resistência em seguir as etapas das atividades propostas, principalmente quando se usa atividades de leitura e interpretação de textos de divulgação científica.

Há problemas com conversa de forma excessiva, uso de celulares sem necessidade pedagógica, saídas para resolver problemas de ordem pessoal, conflitos de ordem pessoal, ausência de materiais básicos e de uso individual, tais como lápis, caneta, borracha e caderno de anotações. É necessário a todo tempo de aula solicitar silêncio e atenção, inclusive para ouvir perguntas de colegas da própria sala de aula.

As atividades que são propostas como ler, responder, escrever, observar, relatar, descrever, desenhar, esquematizar ou construir um mapa mental exigem motivação, atenção, interesse e predisposição para executá-las em sala de aula ou no laboratório, exigências que não observamos com frequência durante as aulas.

Observamos que é muito cansativo e desgastante convencê-los da importância da aprendizagem de conteúdos e temas sobre as ciências da natureza. Em contra partida, há alunos muito interessados em aprender o que está sendo proposto. Esses desenvolvem as atividades com orientações básicas, conseguem seguir bem os comandos das questões, leem bem, interpretam bem, apresentam predisposição para aprender algo novo e sempre estão dispostos a participar das atividades, sejam elas práticas ou de cunho teórico.

Há também alunos que estão em salas inclusivas que exigem do professor a capacidade de elaborar atividades que sejam adequadas a cada um dos Transtornos Globais do Desenvolvimento (TGD), identificamos alunos com laudos médicos que afirmam diagnósticos ou, ainda, que estão em aberto (Estudos de Caso). Esses laudos apontam para alunos que possuem TDAH, TGD, TEA, BV, DI, entre outros. Não há dificuldades para elaborar as atividades, mas não há tempo disponível para que as atividades sejam elaboradas de forma a atender os alunos que necessitam de acompanhamento mais atento do professor regente.

V.3. Apresentando os resultados do questionário de subsunçores

Após a aplicação do questionário para levantamento dos subsunçores de interesse, os dados coletados foram organizados em uma planilha no Microsoft Excel para análise estatística. A partir dessa organização, foi gerado um gráfico (Figura 2), que nos permitiu fazer a análise detalhada das respostas dos estudantes. Esse processo de análise estatística foi usado como base para a tomada de decisões no planejamento e desenvolvimento de atividades investigativas, especialmente aquelas envolvendo a experimentação.

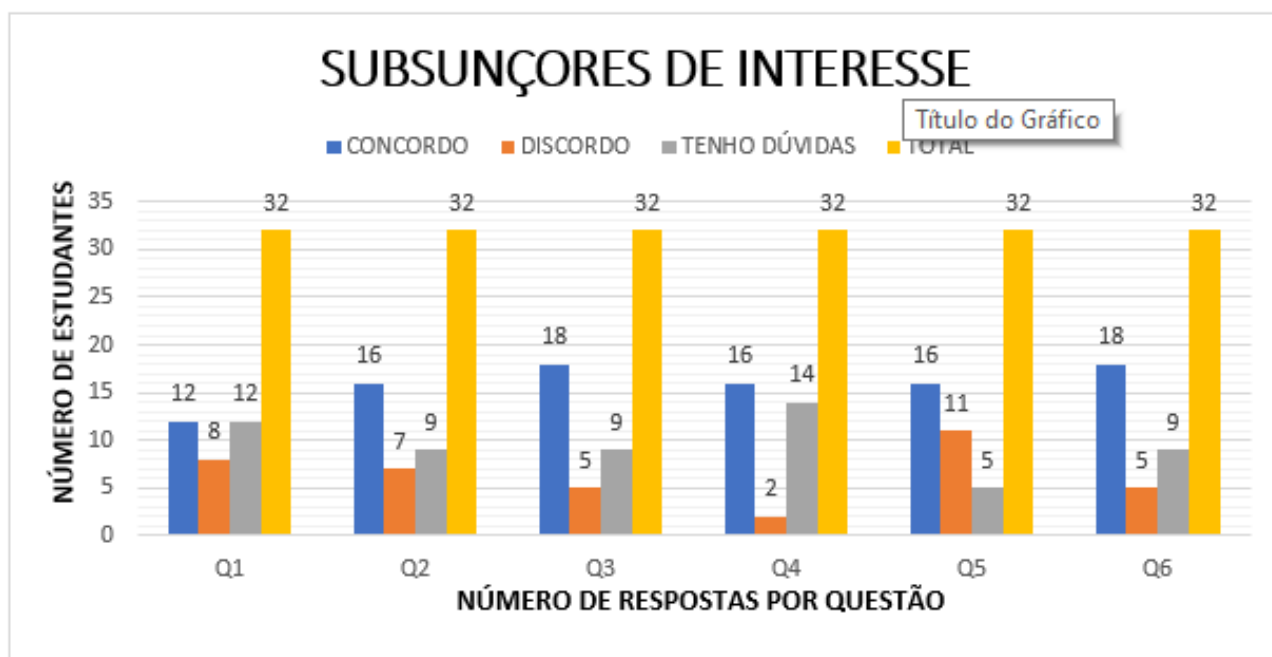


Figura 2: Gráfico contendo o número de respostas por questão e o número de estudantes que responderam às questões.

Participaram dessa atividade inicial, destinada ao levantamento dos subsunçores, um total de 32 estudantes, todos matriculados em uma das turmas da 2 Série do Novo Ensino Médio. Vale destacar que, embora a turma selecionada tenha 38 estudantes matriculados, apenas 32 estavam presentes no dia da aplicação do questionário. As faltas são, em geral, justificadas pelos estudantes à Coordenação Pedagógica.

A análise do gráfico referente à questão 1 (Q1) revela que 37,5% dos alunos concordaram com a afirmação, indicando compreensão do tema abordado sobre os processos metabólicos aeróbicos, especificamente o Ciclo de Krebs e a Cadeia Transportadora de Elétrons (CTE). Por outro lado, 37,5 % dos estudantes afirmaram ter dúvidas sobre o tema, e 25% discordaram da afirmação. Esses dados permitem inferir que 62,5% dos alunos que responderam a esse item apresentam dificuldades em compreender os processos aeróbicos envolvidos na produção de energia em forma de ATP, em destaque, pelo Ciclo de Krebs e pela CTE.

A análise do gráfico referente à questão 2 (Q2) indica que, dos 32 alunos que responderam ao item, 50% concordaram com a afirmação, demonstrando compreender que a fermentação alcoólica é um processo metabólico que ocorre na ausência de oxigênio, produz energia na forma de ATP e tem como resíduos metabólicos o dióxido de carbono (CO) e o etanol. No

entanto, 21,8% dos alunos discordaram da afirmação, o que sugere que não compreendem o tema abordado, somando-se a esses 28,2% que declararam ter dúvidas sobre a temática. Assim, podemos inferir que 50% dos estudantes apresentam dificuldades em entender os processos de fermentação alcoólica, seus produtos metabólicos e sua relação com a produção de energia em forma de ATP.

A análise das respostas referentes à questão 3 (Q3), que trata dos processos envolvidos nas mudanças de estado físico da matéria, revela que 56,3% dos alunos declararam concordar com a afirmação, indicando que esses estudantes compreendem a temática abordada. Entre os 32 participantes, 16,6% discordaram da afirmação, enquanto 28,1% demonstraram dúvidas. Esses resultados evidenciam que 44,7% dos alunos apresentam dificuldades em relação ao tema, o que aponta para a necessidade de desenvolver atividades que promovam a compreensão desses processos, preferencialmente por meio de práticas experimentais em sala de aula, favorecendo o aprendizado por experiência e observação.

No que se refere à questão 4 (Q4), que aborda a temática dos métodos de separação de misturas, com ênfase na destilação simples, observa-se que 50% dos participantes declararam concordar com a afirmação apresentada, o que indica que esses alunos possuem compreensão acerca do tema. Em contrapartida, 6,2% dos estudantes afirmaram discordar, enquanto 43,8% relataram dúvidas sobre a temática em questão. Esses dados permitem inferir que metade dos discentes não demonstra entendimento suficiente sobre os métodos de separação de misturas, particularmente no que se refere ao processo de destilação simples, técnica empregada para separar componentes de uma mistura líquida homogênea cujas substâncias apresentam diferentes pontos de ebulição.

A análise das respostas à questão 5 (Q5) revelou que, entre os 32 alunos que responderam a esse item, 50% indicaram concordância com a afirmação, o que sugere que esse grupo possui compreensão acerca dos processos envolvidos nas reações químicas, incluindo os conceitos de reagentes e produtos. Por outro lado, 50% dos alunos apresentaram dificuldades ou incertezas quanto a esse conhecimento, sendo que 34,4% discordaram da afirmação, o que indica falta de compreensão, e 15,6% expressaram dúvidas sobre o conteúdo abordado. Esse tipo de aprendizado pode ser favorecido por meio de atividades práticas, que auxiliam na construção do conhecimento e na aplicação dos conceitos.

Por fim, a análise da questão 6 (Q6) revelou que, entre os alunos participantes do questionário de subsunçores, 56,3% indicaram concordância com a afirmação sobre a classificação das reações químicas, sugerindo que esses estudantes compreendem adequadamente o tema abordado no item. Em contraste, os dados do gráfico indicam que 15,6% dos alunos discordaram da afirmação, enquanto 28,1% expressaram dúvidas sobre o conteúdo. Isso implica que 43,7% dos alunos não possuem total compreensão ou apresentam incertezas quanto à classificação das reações químicas, especialmente no que diz respeito à organização dos reagentes e à formação dos produtos após a reação.

V.4. Reflexões sobre as atividades investigativas por meio da experimentação

A atividade descrita nesta subseção apresentou uma excelente aceitação por parte dos estudantes, evidenciada pela motivação demonstrada durante a preparação dos materiais e

pelo interesse em explorar as hipóteses propostas nos encontros e debates realizados entre estudantes e professor. As falas registradas permitiram inferir que havia um elevado nível de curiosidade por parte dos participantes em relação à análise dos resultados práticos da atividade, conforme demonstram os seguintes registros:

E1: Será que essa panela de pressão não vai explodir durante o aquecimento do caldo-de-cana fermentado? E2: Eu não acredito que vai sair álcool de dentro dessa panela. E3: Olha, já vi isso em vídeos na internet, um cara estava fazendo álcool caseiro com as mesmas coisas que o professor está usando. E4: Quero é testar se esse álcool vai pegar fogo mesmo? E5: Professor, esse álcool serve para usar em um carro? E6: Podíamos ter um equipamento desses de laboratório para fazer álcool de verdade e testar em um carro dos professores. E7: Vamos pedir o diretor da escola para comprar um destilador desses profissionais. E8: Se der certo vou fazer um desses em casa para fazer combustível etanol e vender pra ficar rico. E9: Qual a temperatura esse fogão elétrico pode chegar? E10: Acho que esse álcool não é puro, não parece muito limpo igual os que vende no mercado. E11: Professor, o álcool sai líquido porque resfria quando passa pela serpentina e que tá em contato com a água gelada e o gelo no condensador? E12: Como esse álcool foi produzido? Colocamos caldo-de-cana e fermento de padaria e sai álcool da panela?

As falas registradas evidenciam uma interação significativa entre os estudantes durante a aula experimental, caracterizada por questionamentos e reflexões que indicam curiosidade, engajamento e a formulação de hipóteses relacionadas ao processo de destilação e à produção de etanol. Observamos a manifestação de diferentes níveis de compreensão científica, abrangendo desde dúvidas de natureza prática até observações fundamentadas em princípios teóricos.

Com uma análise mais detalhada podemos revelar que a pergunta do estudante E1 reflete curiosidade e atenção às questões de segurança durante a aula. A indagação sobre o risco de explosão destaca a preocupação com as condições do experimento, evidenciando um estágio inicial de pensamento crítico.

Já o E2 e E4 demonstra certo ceticismo quanto aos resultados e a expectativa de testar o produto final que refletem o interesse dos estudantes em verificar, na prática, o que foi proposto teoricamente durante as aulas em sala e pelos vídeos que assistimos.

Observamos, também, a menção a vídeos da internet, referências de conhecimentos prévios de E3, que ele está relacionando o experimento às experiências externas, contendo conhecimento informal ao ambiente escolar.

As questões relacionadas à aplicabilidade e às sugestões apresentadas pelos estudantes E5, E6 e E7 indicam que há um interesse em explorar o uso do álcool em veículos e a aquisição de equipamentos de laboratório pela escola para produzir etanol combustível durante as aulas experimentais. Esse aspecto evidencia a busca por aplicações práticas e pela ampliação do experimento para contextos mais amplos e práticos no dia a dia.

A ideia de produzir álcool por E8 mostra a iniciativa empreendedora para fins comerciais que reflete o pensamento criativo, ainda que despretensioso, sugerindo o interesse em extrapolar o aprendizado para situações do cotidiano.

A exploração técnica pode ser observada nas falas de E9 e E10 sobre as dúvidas da temperatura do fogão e a observação da pureza do álcool que revelam preocupações com detalhes técnicos do processo, indicando o desejo de compreender os fatores que podem influenciar o resultado do experimento.

A compreensão científica de E11 e E12 sobre as perguntas relacionadas ao funcionamento do condensador e ao processo de fermentação e destilação demonstram um avanço no entendimento teórico dos fenômenos físicos envolvidos, evidenciando o impacto educativo da atividade de experimentação.

As falas refletem um ambiente de aprendizagem investigativa, no qual os estudantes se envolvem ativamente no processo de construção do conhecimento. As questões levantadas indicam não apenas curiosidade, mas também a busca por entender, relacionar e aplicar o aprendizado, destacando a eficácia do ensino baseado na experimentação e na contextualização prática.

A análise dos registros das falas dos estudantes mostra que eles participaram ativamente, formularam hipóteses, realizaram afirmações e estabeleceram comparações com situações previamente observadas ou vivenciadas em suas experiências. As hipóteses levantadas mostram-se passíveis de verificação em ambiente de laboratório, utilizando materiais acessíveis e de baixo custo, possibilitando sua validação por meio da experimentação.

Nesse contexto, acreditamos que a atividade investigativa, quando fundamentada nos princípios da aprendizagem significativa, configura-se como uma estratégia docente eficaz para abordar os conteúdos e promover uma aprendizagem significativa como proposta por Moreira (2023, p. 143) que afirma:

[...] uma das condições para a ocorrência da aprendizagem significativa, portanto, é que o material a ser aprendido seja relacionável à estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária e não literal. Um material com essa característica é dito potencialmente significativo (MOREIRA, 2023, p. 142-143).

Observamos que o ensino pautado na investigação, aliado à experimentação com materiais de baixo custo (figura 3), apresenta-se como uma alternativa valiosa ao modelo tradicional amplamente utilizado em salas de aula atualmente.

Não buscamos, contudo, substituir o ensino tradicional, mas integrá-lo a abordagens complementares que favoreçam a aprendizagem, colocando o estudante no centro do processo educativo. Essa perspectiva visa promover o protagonismo do estudante em sua formação escolar, incentivando sua participação ativa e reflexiva no desenvolvimento do conhecimento.



Figura 3: *Material utilizado para montagem do destilador simples.*

V.5. Reflexões acerca da participação do 13º Circuito de Ciências das Escolas Públicas do Distrito Federal

Durante o desenvolvimento das atividades de investigação surgiu a oportunidade de participar do XIII Circuito de Ciências das Escolas Públicas do Distrito Federal Etapa Regional (figura 4). O circuito de ciências tem por objetivo fomentar a produção e a difusão de conhecimento científico, suas tecnologias e a inovação na rede pública de ensino do Distrito Federal (SEEDF, 2024).



Figura 4: *Apresentação de pôster, diário de bordo e a atividade prática durante o Circuito de Ciências das Escolas Públicas do Distrito Federal na Etapa Regional.*

Considerando essa perspectiva, propomos que os estudantes produzissem os materiais obrigatórios para a inscrição e participação do evento de divulgação científica promovido pela Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal.

Durante o desenvolvimento das atividades investigativas, os estudantes montaram o destilador simples com o uso dos materiais de baixo custo, diário de bordo e um banner para a apresentação dos resultados obtidos com as atividades experimentais. Observamos que os estudantes que participaram das atividades de divulgação no Circuito de Ciências (figura 5) demonstraram compromisso necessário com as atividades práticas e teóricas, inclusive propondo e resolvendo problemas que enfrentávamos durante a preparação dos materiais que foram submetidos à avaliação. Observamos que, ao participar de eventos de divulgação científica, os estudantes conseguem se apropriar de maneira mais significativa dos conceitos desenvolvidos, sendo capazes de representar, com exemplos, todos os processos da síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose extraída da cana-de-açúcar.



Figura 5: Apresentação de pôster, diário de bordo e a atividade prática durante o Circuito de Ciências das Escolas Públicas do Distrito Federal na Etapa Regional.

Essa compreensão sistemática pode ser evidenciada por meio da transcrição da fala de um dos estudantes, o qual, ao explicar a atividade experimental e seus respectivos objetivos a um interlocutor visitante, revela clareza e domínio sobre o tema abordado:

E1. [...] olá, bom dia. Gostaria de saber sobre o nosso trabalho? [...] P1. Sim, gostaria. Então, esse trabalho tem por objetivo investigar os processos que envolvem a síntese de etanol, usando materiais de baixo custo, materiais que temos em nossas casas ou no laboratório da escola. Para construção do aparelho de destilação, usamos uma panela de pressão, um fogão elétrico, uma mangueira de PVC transparente, uma serpentina feita com tudo de cobre e uma vasilha de alumínio, [...] como o Senhor pode ver, [...] uma abraçadeira de aço, um suporte universal e um béquer para coletar o álcool depois de aquecido dentro da panela de pressão [...], o álcool não é puro, mas tem bastante característica com os produtos que compramos, veja [...]. Esse aparelho todo, montado com esses materiais, chamamos de destilador simples, é tudo com materiais de baixo custo [...].

Podemos observar que na transcrição da fala da estudante fica evidente a interação entre ela e o interlocutor que demonstra interesse pelo trabalho desenvolvido. Embora a linguagem utilizada apresente características informais, percebemos uma compreensão clara da atividade experimental e de seus objetivos.

A estudante descreve com precisão os materiais empregados e a função específica de cada um. Além disso, o texto destaca a preocupação em explorar o reaproveitamento de materiais acessíveis no cotidiano e no ambiente escolar, como utensílios de cozinha e equipamentos básicos de laboratório, ressaltando a criatividade e a viabilidade da abordagem adotada.

Fazer esses recortes não é algo trivial, é preciso interpretar e saber identificar quais informações são relevantes para dialogar com o trabalho em questão. As atividades investigativas promovem uma relação aberta entre professor e aprendiz, logo é preciso analisar cada uma das falas dos estudantes durante as atividades, pois é através desse método que podemos, enquanto professor, mediar o conhecimento de forma não arbitrária e substantiva (MOREIRA, 2023 p. 142).

Durante a apresentação do trabalho foi possível perceber que a estudante também explica os processos envolvidos na síntese de etanol, deixando claro cada uma das etapas observadas em laboratório:

E1. [...] antes de aquecer o fermentado, é preciso prepará-lo com adição de fermento biológico contendo leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. [...] compramos o caldo-de-cana no comércio local, adicionamos as leveduras a temperatura entre 36 °C e 38 °C graus, depois esperamos por cerca de 72h o processo de fermentação, daí colocamos o fermentado para aquecer e separar o álcool produzido durante a fermentação alcoólica. O aquecimento não pode ultrapassar mais de 80 °C, porque pode passar outras substâncias além do álcool que tem ponto de ebulição entre 76 °C e 78 °C graus. Para se obter um álcool mais puro é preciso usar equipamentos profissionais e controlar bem a temperatura do sistema de destilação alcoólica. [...] muito obrigado pela sua atenção.

Durante a participação no circuito de ciências das escolas públicas do Distrito Federal, surgiu a oportunidade de participar da 1ª Mostra de Educação em Tempo Integral (figura 6), realizada no auditório do DNIT, em Brasília.

Esse evento teve como objetivo promover a apresentação de projetos desenvolvidos por estudantes, em colaboração com seus orientadores, a um público bem diversificado. A Mostra reuniu estudantes da Rede Pública de Ensino do Distrito Federal, destacando iniciativas educacionais e incentivando a troca de experiências entre os participantes.

Durante o evento, diversos projetos foram apresentados, despertando o interesse do público. Entre eles, nosso trabalho relacionado à síntese de etanol atraiu grande curiosidade do público presente, especialmente, devido à sua relevância e ampla discussão na mídia tradicional como, por exemplo, notícias na TV, Rádio, Revistas e Jornais de grande circulação.



Figura 6: Apresentação de pôster durante a 1 Mostra de Educação em Tempo Integral realizada no DNIT.

A demonstração prática busca promover um aprofundamento na compreensão das etapas relacionadas à síntese de etanol, destacando suas implicações interdisciplinares (figura 7). Trata-se de um tema de significativa relevância, considerando seus impactos científicos, tecnológicos e ambientais, especialmente quando associado ao uso de fontes renováveis de energia (BRAIBANTE et al., 2013).



Figura 7: Apresentação em grupo dos processos que envolvem a síntese de etanol a partir da fermentação alcoólica da sacarose.

Antes da participação nos eventos de divulgação e socialização de experiências, propomos apresentações das atividades de experimentação realizadas no laboratório da escola

pelos estudantes e em grupos. Os grupos foram organizados de forma autônoma, a fim de evitar conflitos entre os participantes e garantir a inclusão de todos. Cada grupo foi formado por, no mínimo, 04 e, no máximo, 06 integrantes. Essa atividade de demonstração das etapas que envolvem a síntese de etanol e dos materiais utilizados foi amplamente aceita pelos estudantes, que participaram de maneira satisfatória.

VI. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este relato de experiência possui caráter predominantemente qualitativo e descritivo. Coletamos os dados por meio da aplicação de questionários, sequência de atividades investigativas, produção de banner e diário de bordo com a participação dos estudantes em circuitos de ciências e observação direta realizada pelo professor na condição de observador participante.

Adicionalmente, as aulas teóricas e práticas foram documentadas por meio de fotografias, filmagens e registro das falas dos alunos. A análise dos dados foi conduzida com base na técnica de análise de conteúdo (BARDIN, 2011), sendo as informações categorizadas à luz dos objetivos de aprendizagem estabelecidos pela BNCC (2018) e pelo CMDF (2018).

Embora uma parcela dos alunos tenha demonstrado dificuldades na elaboração de respostas, na explicação dos fenômenos observados e no entendimento dos processos envolvidos na síntese de etanol, muitos conseguiram estabelecer relações importantes entre os conteúdos das áreas de Biologia, Química e Física com os processos que envolvem à produção de álcool.

Contudo, não registramos relatos dos alunos sobre a agricultura da cana-de-açúcar com evidências de um contexto histórico relacionado à produção dessa matéria-prima, especialmente no que diz respeito ao uso da mão de obra oriunda do trabalho escravo. Essas mesmas observações podem ser encontradas nos trabalhos de Braibante et al. (2013).

O questionário que utilizamos para identificar os subsunçores revelou-se como uma ferramenta eficiente para compreender o público-alvo da pesquisa. A obtenção de dados sobre os conhecimentos prévios dos alunos foi essencial antes do início de qualquer atividade ou da introdução de novos conteúdos. Com as informações coletadas por meio do questionário, foi possível elaborar estratégias, planejar atividades, bem como selecionar e propor objetivos de aprendizagem alinhados às fragilidades e potencialidades identificadas entre os alunos.

Durante a participação do Circuito de Ciências das Escolas Públicas do Distrito Federal e da 11ª Mostra de Educação em Tempo Integral observamos que os alunos, a cada apresentação, aprimoravam as habilidades de comunicação dos resultados das atividades investigativas usando de forma perceptível a linguagem científica.

A participação desse evento mostrou-se essencial para a conclusão da atividade proposta, considerando que as etapas de uma atividade investigativa devem culminar na apresentação e divulgação dos resultados encontrados.

Os relatos que registramos evidenciam que a abordagem interdisciplinar contribui de forma significativa para a ancoragem e o reforço de conceitos relacionados às etapas da síntese de etanol. Entre os conceitos trabalhados, destacamos: (a) a fermentação alcoólica; (b) mudanças de estado físico da matéria; (c) propriedades gerais e específicas da matéria; (d) reações químicas e seus tipos; (e) separação de misturas homogêneas e (f) heterogêneas;

(g) biotecnologia e sociedade; (h) energia renovável e não renovável; (i) biocombustíveis e combustíveis fósseis; (j) efeito estufa e os gases de efeito estufa; (k) combustão e liberação de poluentes na atmosfera.

A abordagem investigativa com atividades práticas de investigação mostrou-se particularmente eficaz nas etapas que compreendem a colheita da cana-de-açúcar até os processos envolvidos na produção do etanol pela indústria alcooleira. Ademais, observamos que os alunos classificaram a atividade investigativa por meio da experimentação como uma prática facilitadora da aprendizagem como, por exemplo, podemos citar o depoimento de uma estudante de 16 anos do 2º ano, turma A:

[...] professor, essas atividades práticas deveriam ser obrigatórias para todos os professores que ensinam Química, Física e Biologia. Essa atividade foi muito boa, eu consegui aprender vários temas sobre a síntese de etanol. A fermentação é muito interessante, mais ainda, a separação e a produção do álcool quando aquecemos o caldo fermentado pelas leveduras, os fungos, né? [...] A questão da condensação também é bem interessante, porque o caldo fermentado depois de fervido na panela sai frio, isso quando ele passa pela serpentina de metal de cobre em contato com o gelo e a água fria. [...] precisamos fazer mais experiências assim [...].

A análise desse depoimento corrobora com as ideias discutidas por Silva et al. (2011), Monteiro et al. (2019) e Nicola e Paniz (2016), que afirmam sobre o ensino de ciências por meio da experimentação é reconhecida como ferramenta facilitadora da aprendizagem no ensino de ciências, porque favorece a articulação entre prática e teoria (SILVA et al., 2011).

Dessa forma, acreditamos que a utilização de recursos didáticos diferenciados nas aulas de Ciências da Natureza possa resultar em uma compreensão mais significativa dos conteúdos abordados. A qualidade do estímulo com esse tipo de metodologia estimula o senso crítico e a participação ativa dos alunos durante as aulas. Consequentemente, o professor além de tornar suas aulas mais dinâmicas, poderá despertar o interesse dos alunos para os temas que envolvem cada vez mais o dia a dia e o conhecimento científico (NICOLA e PANIZ, 2016).

Podemos afirmar que as atividades investigativas, enquanto metodologia ativa de aprendizagem, aliadas à aprendizagem significativa, constituem uma ferramenta didático-pedagógica relevante para a implementação do ensino de ciências por meio da investigação. Essa combinação é de grande importância, pois deve ser considerada para que outros professores possam utilizar dessa prática, com o objetivo de promover uma melhor assimilação do conhecimento científico pelos estudantes do novo Ensino Médio, especialmente em um contexto de pós-pandemia com as aulas sendo de forma presencial e obrigatória.

Destacamos, inclusive, que uma aula experimental, ao empregar diferentes ferramentas pedagógicas e técnicas inovadoras, juntamente com materiais de baixo custo, configura-se como um marco entre uma abordagem exclusivamente expositiva e uma prática que adota metodologias ativas, promovendo, de forma integradora, o interesse dos alunos pelos conteúdos abordados.

Além disso, foi exigido dos alunos a produção de um banner (ver anexo) e de um diário de bordo (ver anexo), materiais necessários para nossa participação no 13º Circuito de Ciências das Escolas Públicas do Distrito Federal e na 1ª Mostra de Educação em Tempo Integral. A elaboração desses materiais proporcionou aos alunos a compreensão de que

"fazer ciência" pode ser uma experiência divertida, porém trabalhosa e detalhista, exigindo comprometimento e responsabilidade dos alunos.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência relatada apresenta evidências da eficácia das atividades investigativas por meio da experimentação como metodologia ativa no que tange ao ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Observamos que essa abordagem tem potencial para promover a articulação entre os conhecimentos teóricos e práticos, contribuindo de maneira relevante para a construção de uma aprendizagem ativa, significativa e crítica com protagonismo dos estudantes.

A abordagem interdisciplinar, aliada ao uso de ferramentas pedagógicas diferenciadas, como a experimentação e a produção de materiais de divulgação do conhecimento, revelou potencial para estimular o senso crítico e promover a comunicação científica, evidenciado pelo engajamento dos estudantes no processo de aprendizagem, contribuindo para a alfabetização e letramento científico.

Os resultados obtidos e analisados destacam a relevância de metodologias inovadoras no contexto do novo Ensino Médio com aulas presenciais, particularmente no período pós-pandemia. A análise dos dados reafirma a necessidade de práticas pedagógicas que tornem o ensino mais dinâmico, contextualizado, interdisciplinar e compatível com as exigências da educação contemporânea.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Edição Revisada e Atualizada. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70 LDA. Impressão: Edições LOYOLA, 2011.

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. Edição Revisada e Atualizada. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70 LDA. Impressão: Edições LOYOLA, 2011.

BRAIBANTE, Mara. E. F. et. al., *Cana-de-Açúcar no Brasil sob um olhar químico e histórico*. Química na Nova Escola, Volume 35, n. 1, p. 3-10, fevereiro de 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasil, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: 08 de dez. de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução n. 466, de 12 de dezembro de 2012. Brasil, 2012. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. In: Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html>. Acesso em: 06 de dez. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução n. 510, de 7 de abril de 2016. Brasil, 2016. In: Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2016/res0510_07_04_2016.html>. Acesso em: 06 de dez. de 2024.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2022.

ESTÉVÃO, A. C.; SILVA, L. R. O uso da biblioteca escolar como parte integrante das metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem: panorama nacional. Encontro Bibli. Informação e inclusão: avanços e desafios na era da Ciência Aberta. Florianópolis SC., v. 29. p. 01-22, 2023.

FEITOSA. M. A. A.; MEDEIROS, G. F. V.; CAVALCANTE, M. C. A. Educação científica na era da pós-verdade: a fragilidade dos conhecimentos biológicos. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática. v. 5, n. 1, 2021.

GALIAZZI, M. C.; MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. Revista Ciência e Educação, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na Licenciatura em Química. Química Nova, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GROSS, A.; VILAÇA, D. M. S. G.; CHING, H. Y. VASCONCELLOS, L.; LUCCHESI, L.; CUNHA, M. L. da R. Gestão da Aprendizagem: casos práticos. 1ª edição. São Paulo, SP: editora Atlas, 2020.

JUNIOR, C. A. O. M.; BATISTA, M. C. (Org.) Metodologia da Pesquisa em educação e ensino de ciências. 2ª edição. Ponta Grossa, PR: editora Atena, 2023.

LUCHESE, B. M.; LARA, E. M. de O.; SANTOS, M. A. Guia prático de introdução às metodologias ativas de aprendizagem (recurso eletrônico). Campo Grande, MS: Editora UFMS, 2022.

LÜCK, Heloisa. Pedagogia da Interdisciplinaridade. Fundamentos teóricos-metodológicos. 18ª edição. Petrópolis: Vozes, 2013.

MARQUES, H. R.; CAMPOS, A. C.; ANDRADE, D. M.; ZAMBALDE, A. L. Inovação no ensino: uma revisão sistemática das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP, v. 26, n. 03, p. 718-741, nov. 2021.

MARTINS, J. P. DE A.; SCHNETZLER, R. P. Formação de professores em educação ambiental crítica centrada na investigação-ação e na parceria colaborativa. Ciência & Educação, SP, Bauru, v. 24, n. 3, p. 581-598, jul. 2018. de 2024.

MONTEIRO, P. C.; RODRIGUES, M. A.; FILHO, O. S.; BATISTA, M. C. Ácidos e bases no cotidiano: uma proposta de experimento investigativo para o ensino médio. Instituto Federal de Mato Grosso - Campus Confresa Revista Prática Docente. v. 4, n. 1, p. 227-241, jan./jun., 2019.

MONTEIRO, P. C.; RODRIGUES, M. A.; FILHO, O. S.; BATISTA, M. C. Percepção de licenciandos sobre o papel da experimentação no ensino de química. Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática. v. 5, n. 1, p. 7288, 2021.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Texto elaborado a partir da conferência Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa proferida no I Workshop sobre Mapeamento Conceitual, realizado em São Paulo, Brasil, na USP/Leste, dias 25 e 26 de março de 2013. Publicado na série Textos de Apoio ao Professor de Física, PPGEnFis/IFUFRGS, v. 24, n. 6, 2013.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo SP: Editora & Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A. O quê é afinal aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, Curriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. 3ª edição, ampliada e reimpressa. Rio de Janeiro, RJ: Editora LTC, 2023.

MOREIRA, M. A. Teorias de Aprendizagem. São Paulo, SP: Editora Pedagógica e Universitária (EPU), 1999.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. InFor, v. 2, n. 1, p. 355381, 2016.

RIBEIRO, L. R. C. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. Tese (Doutorado em Educação) Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, SP, p. 149. 2005.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL (SEE/DF). Currículo em Movimento do Novo Ensino Médio. Brasília-DF, 2018. Disponível em: <<https://www.educacao.df.gov.br/wpconteudo/uploads/2019/08/CurriculoemMovimento-do-Novo-Ensino-Medio-V4.pdf>>. Acesso em: 02 de jun. 2024.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F.L; TUNES, E. Experimentar sem medo de errar. In: Santos,

W. L. P. e Maldaner, O. A. (Org.) Ensino de Química em Foco. Ijuí, RS. Editora Unijuí, 2011, p. 231-262.

SOUZA, S. E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Práticas de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: "Infância e Práticas Educativas". Maringá, PR. Arq. Mundi., 2007.

TOMAZELLO, C. M. G.; SCHIEL, D. O livro da experimentoteca: educação para ciências na natureza de práticas experimentais. (Org.) Maria Guiomar Carneiro Tomazello e Dietrich Schiel. Piracicaba, SP., Apoio Vitae/UNIMEP, Editora USP, 2000.

ZÔMPERO, A. de F.; ANDRADE, M. A. B. S.; MASTELARI, T. B.; VAGULA, E. Ensino por investigação e aproximações com a aprendizagem baseada em problemas. Debates em Educação. v. 11, n. 25, p. 222239, 2019.

ZÔMPERO, A. de F.; LABURÚ, E. C. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Revista Ensaio. Belo Horizonte, MG. v. 13, n. 3, p. 67-80, set./dez., 2011.



ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA: UMA PROPOSTA PARA UM CENTRO DE ENSINO ESPECIAL

RESEARCH ACTIVITY ON ENERGY TRANSFORMATION: A PROPOSAL FOR A SPECIAL EDUCATION CENTER

RAFAELA FARIAS PEREIRA¹, RONNI GERALDO GOMES DE
AMORIM¹, VANESSA CARVALHO DE ANDRADE¹, WALLACE DE
OLIVEIRA FERNANDES¹, WILLIAM ACIOLI FREIRE DE GOIS¹

¹SEEDF C10 - CEAD/UnB

Resumo

Este presente trabalho tem como principal objetivo aplicar e analisar uma Sequência de Ensino Investigativo em um Centro de Ensino Especial da rede pública do Distrito Federal, vislumbrando verificar indícios de aprendizagem significativa de estudantes com necessidades educacionais especiais. A sequência de ensino foi norteadada pelo Currículo em Movimento desta rede, bem como, pelos estudos de Carvalho sobre o ensino por investigação e aprendizagem significativa de Ausubel. A implementação da sequência sobre transformação de energia, nasceu da curiosidade dos estudantes em entender fenômenos vivenciados no dia a dia, relativos ao tema. Este trabalho resultou na construção de um objeto capaz de possibilitar o desenvolvimento motor, sensorial, social e cognitivo. Neste sentido, as atividades desenvolvidas buscaram o desenvolvimento de habilidades sociais, de linguagem, motoras e de qualidade de vida. As adequações curriculares procuraram atender necessidades individuais destes estudantes, onde a avaliação considerou os avanços dentro das possibilidades de cada um em um contexto de equidade para que fosse garantida a inclusão.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Transformação de Energia. Inclusão.

Abstract

The main objective of this work is to apply and analyze an Investigative Teaching Sequence in a Special Education Center of the public network of the Federal District, aiming to verify signs of significant learning of students with special educational needs. The teaching sequence was guided by the Curriculum in Motion of this network, as well as by Carvalho's studies on

teaching by inquiry and Ausubel's meaningful learning. The implementation of the sequence on energy transformation was born from the students' curiosity to understand phenomena experienced in everyday life, related to the theme. This work resulted in the construction of an object capable of enabling motor, sensory, social and cognitive development. In this sense, the activities developed sought the development of social, language, motor skills and quality of life. The curricular adjustments sought to meet the individual needs of these students, where the evaluation considered the advances within the possibilities of each one in a context of equity to ensure inclusion.

Keywords: *Teaching by Inquiry. Energy Transformation. Inclusion..*

I. INTRODUÇÃO

Incluir não se trata de uma perspectiva numérica, mas sim, de um direito que precisa ser tratado como prioridade por todos envolvidos (família, sociedade e estado). A inclusão de estudantes com deficiência, transtorno global do desenvolvimento, altas habilidades ou superdotação é amparada por leis, que vão desde a Constituição Federal de 1988, passando pela LDB, até chegar a leis mais específicas, como é o caso da Lei Brasileira de Inclusão de nº 13.146 de 6 de julho de 2015, que assegura sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida. Assim citado em seu artigo 28:

Incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver, implementar, incentivar, acompanhar e avaliar: I - sistema educacional inclusivo em todos os níveis e modalidades, bem como o aprendizado ao longo de toda a vida; (...) III - projeto pedagógico que institucionalize o atendimento educacional especializado, assim como os demais serviços e adaptações razoáveis, para atender às características dos estudantes com deficiência e garantir o seu pleno acesso ao currículo em condições de igualdade, promovendo a conquista e o exercício de sua autonomia;

Os Centros de Ensinos Especiais do Distrito Federal são escolas de natureza especial que proporcionam uma educação inclusiva e especializada visando atender estudantes dentro de uma variedade de características que vão desde o tipo de deficiência até a faixa etária. Neste sentido, o trabalho realizado com estes estudantes é pautado, em primeira análise, em suas características próprias visando progressos que lhes permitam maior autonomia (dentro de suas possibilidades) e qualidade de vida.

O ensino por investigação é uma abordagem que pode servir como estímulo para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, já que poderão ser desafiados, através de uma problemática, a desenvolver processos mentais que vão desde a observação, passando por formulação de hipóteses e experimentos até chegar a uma conclusão. Outra coisa a se considerar no ensino por investigação é a possibilidade do trabalho em grupo que pode garantir aprendizagem pela troca durante as interações. Além disso, o trabalho investigativo

pode ser contemplado por uma diversidade de recursos como, visuais, táteis, sonoros etc. que podem contemplar as diversas formas de aprender, intitulado por Gardner como inteligências múltiplas. E o mais importante, uma SEI precisa considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, tanto para entender a estrutura cognitiva de cada um, quanto para fazer adequações que possam criar possibilidade para a incorporação de novos conhecimentos, principalmente por descobertas, para que haja aprendizagem significativa, já que, segundo Ausubel:

(...) uma ciência aplicada que tem um valor social, interessada não em leis gerais da aprendizagem em si mesmas, mas em propriedades de aprendizagem, que possam ser relacionadas a meios eficazes de deliberadamente levar a mudanças na estrutura cognitiva (AUSEBEL, *apud*, FARIAS, 2022, p. 3).

Neste sentido, desenvolver uma SEI com a finalidade de contemplar uma aprendizagem significativa não é uma tarefa fácil, pois cada estudante é único. Esse desafio se intensifica quando falamos da inclusão de estudantes neuroatípicos, já que, além de suas características próprias, podem encontrar mais barreiras para consolidar um conhecimento. Considerando estes desafios, como trabalhar o ensino por investigação com estudantes de um Centro de Ensino Especial? Para se resolver esta situação, se faz necessário conhecer a realidade de cada estudante. Sendo assim, nada mais significativo do que trazer suas curiosidades do dia a dia. O tema da sequência didática é vinculado a perguntas dos estudantes sobre transformação de energia.

Sendo assim, é objetivo deste trabalho aplicar e analisar uma SEI (Sequência de Ensino Investigativa) em um Centro de Ensino Especial localizado em Brazilândia, vislumbrando verificar aprendizagem significativa de estudantes com necessidades educacionais diversas, bem como, apontar propostas de trabalho de ensino por investigação para este público.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desta SEI está pautada em referenciais teóricos que consideram como aspectos indispensáveis os conhecimentos prévios dos estudantes, a possibilidade de adaptação/adequação curricular e o ensino por investigação.

As próximas páginas deste trabalho trarão o referencial teórico, a metodologia utilizada, o detalhamento da aplicação com os relatos de experiência e a conclusão.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ana Maria Carvalho apresenta uma proposta metodológica que prioriza uma abordagem de investigação e reflexão com a finalidade de promover uma aprendizagem significativa. Neste sentido, a construção do conhecimento dos estudantes é pautado em um processo ativo por meio da exploração de problemas e da busca por soluções. Segundo a autora:

Dos trabalhos de pesquisa relatados que procuraram estudar o ensino e a aprendizagem em sala de aula de Ciências no ciclo Fundamental I, podemos sustentar que as atividades investigativas e as sequências de ensino

investigativo abrangem objetivos de ensino conceituais, epistêmicos e sociais, além de conteúdos significativos para os estudantes, criando oportunidades para que estes se alfabetizem cientificamente vivenciando diferentes práticas similares às da comunidade científica.
(CARVALHO, 2018)

O ensino por investigação, segundo Brito e Fireman (2016), visa a resolução de um problema de forma significativa.

(...)o ensino por investigação, por ocasionar uma mudança de atitude do aluno com a ciência, se constitui em uma metodologia de ensino que o ajuda a evoluir em seus sistemas explicativos pautados pelas concepções alternativas, pois uma metodologia investigativa pode propiciar ao aluno segurança no envolvimento com práticas científicas, de modo que o leve a resolver uma situação problema de forma não superficial. (Brito e Fireman, p. 3, 2016)

Neste sentido, o trabalho com SEI pode ser abordado através de teorias da aprendizagem que contemplem a construção de significados por descoberta. A exemplo disso, podemos citar também a teoria defendida por David Ausubel, a Aprendizagem Significativa. Nota-se que tanto o Ensino por Investigação, quanto a Aprendizagem Significativa apresentam uma abordagem de metodologia ativa onde os estudantes constroem significados a partir de seus conhecimentos prévios, ou seja, de suas estruturas cognitivas.

Para Ausubel, os elementos indispensáveis para início da aprendizagem são os conhecimentos prévios dos estudantes, que ele dá o nome de subsunçores. A partir daí a aprendizagem se constrói através de uma estrutura hierárquica de significados (do mais simples para o mais complexo).

Os organizadores prévios são elementos alternativos para a construção de subsunçores, caso o estudante ainda não os tenha. Neste sentido, eles servem para ancorar a aprendizagem subsequente. Podem ser definidos também como pontes cognitivas. Sendo assim, a aprendizagem se constrói de uma forma sistematizada.

A teoria de Ausubel tem como norte os relatos de Piaget sobre epistemologia genética. Entretanto as pesquisas de Ausubel concentram-se na aprendizagem sistematizada e na aprendizagem por descoberta, como Piaget, mas o foco de sua pesquisa valoriza mais a técnica expositiva, dentro de um universo prático do ensino. Ausubel é considerado, junto com Piaget, Bruner e Novak, um dos expoentes da linha cognitivista (DISTLER, apud, Farias 2022)

A aprendizagem por descoberta motiva o estudante, por isso é considerada por Ausubel como mais envolvente, embora seja mais complexa. Segundo ele, a aprendizagem também

pode ocorrer por recepção. Considerando as duas situações, ambas formas são relevantes desde que tenha relação direta com os conhecimentos prévios dos estudantes.

Outra teoria de aprendizagem que colabora com o ensino por investigação é o sócio interacionismo, já que também possibilita a aprendizagem através da interação com meio. Vygotsky ao falar de zona de desenvolvimento proximal, de certa forma, está falando da ancoragem, defendida por Ausubel (organizadores lógicos). Lev Vygotsky defende que a aprendizagem ocorre através da interação com o meio. Sendo assim, para este caso em análise, o trabalho em grupo se torna indispensável.

Para além destes referenciais teóricos já mencionados, serão considerados os currículos da SEE- DF, principalmente, o currículo para o ensino especial e funcional. Vale ressaltar, que o currículo funcional está compreendido dentro do currículo escolar, cabendo ao professor, fazer adaptações ou adequações.

O Currículo Funcional encontra-se estabelecido na rede pública de ensino do DF. Contudo, como Nogueira (2013) sinaliza, esta concepção curricular deve configurar-se como etapa prevista dentro do currículo escolar, como estratégia de acesso ao mesmo, não como substitutivo de ações curriculares previstas para a vida escolar do aluno. Ressalta-se que um currículo não substitui o outro, mas são ações complementares, no sentido de garantir o respeito à diversidade e o direito de todos a uma educação de qualidade. (SEE-DF, Currículo Ensino Especial, p. 40, 41)

III. METODOLOGIA

Esse estudo apresenta uma abordagem qualitativa do tipo descritiva, onde buscou-se análises dos aspectos individuais, considerando a singularidade de cada estudante referentes ao processo ensino aprendizagem. Em relação aos encaminhamentos adotados é um trabalho de campo do tipo observação participante. Os dados foram construídos a partir da implementação de uma sequência didática em uma turma de 10 estudantes em um Centro de Ensino Especial da rede pública do Distrito Federal, vislumbrando verificar indícios de aprendizagem significativa de estudantes com necessidades educacionais especiais. Para a construção dos dados utilizou-se questionários, diário de bordo da pesquisadora e os documentos produzidos pelos alunos durante a realização das atividades. Filmagens e fotografias também fizeram parte da coleta de dados. Cuidados referentes à coleta e divulgação de dados foram tomados, com a finalidade de se preservar os direitos humanos, bem como, a prevalência da ética na pesquisa.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desta SEI é pautada em referenciais teóricos que consideram como aspectos indispensáveis os conhecimentos prévios dos estudantes, a possibilidade de adaptação/adequação curricular e o ensino por investigação. Sendo assim, serão utilizados o Currículo em Movimento da Educação Especial - DF, os estudos sobre investigação científica de Anna Maria Carvalho, o sócio interacionismo de Vygotsky e a aprendizagem significativa de David Ausubel. Desta forma, a proposta considera os seguintes pontos: conhecimento da realidade dos estudantes; Adequação do

currículo; Roteiro da aula; Utilização de organizadores prévios; incentivo à investigação; utilização de recursos visuais; trabalho em grupo - interação social; avaliação da construção do conhecimento. Vale ressaltar que este trabalho não pretende esgotar as possibilidades de cada abordagem metodológica, mas, trazer aspectos de cada referencial que apontem possibilidades de aprendizagem dentro da realidade deste público.

Como já mencionado no título do trabalho, o tópico para SEI é Transformação de energia, onde o objetivo de aprendizagem é reconhecer a importância da eletricidade em nosso cotidiano, bem como, compreender que a energia não pode ser criada, nem destruída, apenas transformada. A SEI é voltada para estudantes de uma escola de ensino especial, localizada em Brazlândia (Centro de Ensino Especial Professora Luciene Spínola). Estes estudantes possuem algum tipo de diagnóstico clínico como: Deficiência Intelectual, Síndrome de Down e/ou Deficiência Múltipla e estão na faixa etária de idade entre 18 e 45 anos. Esta sala é composta por duas turmas de até seis estudantes, cada uma com um professor regente. Para este formato de turma, os professores compartilham o planejamento, fazendo adequações necessárias para atender a necessidade individual de cada estudante. O planejamento seguiu um referencial teórico (como já mencionado), no entanto, para estrutura de aplicação, é baseado tanto no currículo em movimento da SEE- DF (currículo com adaptações para o ensino especial), quanto no currículo funcional (com uma proposta de ensino que visa o desenvolvimento da autonomia e melhoria na qualidade de vida dos estudantes).

O local para desenvolvimento das atividades foi a própria escola (a sala de aula e arredores). Os recursos utilizados contemplam materiais de baixo custo e reciclados, sendo eles: caixa de papelão, pedaço de madeira, fios de cobre, suporte para pilhas, pilhas, resistores, leds, buzzers, motorzinho DC, papéis diversos, tinta guache, fita crepe, cola quente, dentre outros materiais pedagógicos comuns à escola. Além disso, vídeos, maquetes e imagens serão utilizados para facilitar a compreensão.

A duração da SEI foi de 4 semanas, onde dois dias de cada semana são utilizados para aplicação da sequência (oito momentos). As etapas da sequência seguiram a seguinte estrutura: apresentação da problemática; Conhecimentos prévios (subsunçores); organizadores prévios; observação; formulação de hipóteses; realização de experimentos; apresentação de resultados para a resolução da problemática (possibilidade). Neste sentido, sempre priorizando a construção da aprendizagem de forma individual e coletiva.

A sequência iniciou-se a partir da seguinte problemática: Qual a importância da eletricidade em nosso cotidiano? Como ela é transmitida, distribuída e utilizada em nosso dia-a-dia?

IV. RELATO DE EXPERIÊNCIA

O desenvolvimento desta sequência se deu entre os meses de julho/agosto de 2024. No entanto, a repercussão da atividade prolongou-se até o mês de novembro, já que o trabalho participou do 13º Circuito de Ciências do Distrito Federal, ficando em primeiro lugar na etapa regional e em quarto lugar na etapa distrital. As atividades realizadas, em sua maioria, ocorreram dentro da sala de aula e nos arredores. No entanto, também foi realizado um passeio ecológico a um parque da região.

Primeira aula- Problemática: Qual a importância da eletricidade em nosso cotidiano?

Como ela é transmitida, distribuída e utilizada em nosso dia-a-dia?

As respostas dos estudantes foram variadas, listando uma série de eletrodomésticos e falando sobre a importância deles para o nosso conforto e comodidade.

Nessa ocasião, foi possível separar eletrodomésticos que transformam energia elétrica em energia de movimento (tais como, ventilador, liquidificador, batedeira etc) de eletrodomésticos que transformam energia elétrica em energia térmica ou luminosa. Vale salientar que não se utilizou os termos: energia mecânica, energia térmica energia luminosa, já que presumiu-se que dificultaria a compreensão dos estudantes. Os termos utilizados foram fazer girar, mexer, movimentar, acender, esquentar etc.

Após esta situação inicial, encartes foram entregues sobre investigação considerando o método científico - Conversa sobre a importância do erro durante o processo de investigação e a relevância do processo que pode ser considerado sempre em construção, passível de mudança, de refutação ou de complementação.

Diante dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto, planejou-se a segunda aula da sequência, com o objetivo de se desenvolver respostas para a problemática inicial. Visto que, para se resolver um problema, muitas das vezes precisamos resolver primeiro outros menores - construindo significado por etapas. Sendo assim, foi retomada uma pergunta feita por um dos estudantes: Como a energia faz ligar essa lâmpada? (lâmpada da sala de aula).

Segunda aula- Como a energia faz ligar essa lâmpada? (lâmpada da sala de aula). A aula foi iniciada a partir desta pergunta e várias respostas foram dadas, dentre elas: A energia vem do poste e passa pelos fios; A gente aperta a tomada; Dá um choque na lâmpada. Depois das respostas dos estudantes, falou-se sobre hipóteses, no sentido de esclarecer para eles que essas respostas poderiam estar corretas, incompletas ou incorretas. No entanto, poderíamos testar, experimentar para analisar o que faz sentido ou não com o que realmente acontece. Neste momento, foram disponibilizados para os estudantes materiais como pilhas de 1,5 v, fios elétricos e leds. Com estes elementos os estudantes estariam sendo desafiados a acender o led. Esta foi uma atividade realizada em grupo com auxílio dos professores, onde, ao final todos conseguiram ligar o led. Seguem algumas imagens abaixo:

Figura 1: *Acendendo um LED.*

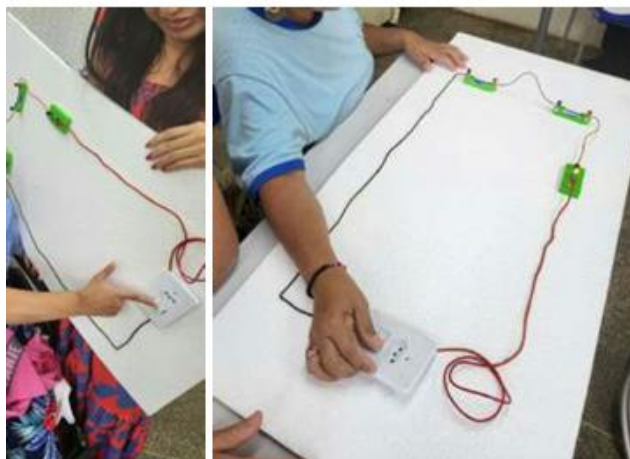


Fonte: Elaboração própria.

Após este experimento simples, os estudantes foram capazes de atribuir a função de cada componente do circuito simples e caminhamos para respostas do problema, compreendendo que para a lâmpada da sala acender, ela precisa de uma fonte de energia que irá ser conduzida através dos fios até chegar nela. Abrimos o circuito, quando apertamos o interruptor da sala, daí a lâmpada apaga. Para ilustrar a aula, construímos, de forma

coletiva, um circuito maior. A imagem abaixo mostra este circuito:

Figura 2: Representando um circuito elétrico.



Fonte: Autoria própria.

Esse foi um momento muito interessante para os estudantes onde cada um deu sua contribuição para a construção de novos conhecimentos sobre o assunto. Alunos que têm dificuldade na linguagem oral por apresentarem apraxia da fala, contribuíram ligando o interruptor do circuito, demonstrando o abrir e fechar do circuito. Os demais, dentro de suas capacidades, explicaram o processo de funcionamento do circuito.

Terceira aula (continuação do problema anterior)- Após o momento vivenciado na aula anterior, foi possível fazer comparações entre a fonte que alimenta os circuitos construídos e a fonte que alimenta o circuito que liga a lâmpada da sala. Logo após, uma pergunta surgiu (novamente) de um aluno: ...mas, o que faz ligar a lâmpada? As respostas que surgiram foram: Vem do poste; Vem nos fios que estão lá fora, Deve ter uma pilha grande de onde saem os fios. Percebeu-se neste momento, que os estudantes embora entendessem que precisava haver uma fonte, no entanto, estas fontes ainda precisavam ser exploradas. As respostas dos estudantes foram anotadas. Na sequência, os professores comentaram as respostas e sugeriram a complementação dessas respostas com um vídeo: Descubra como a energia chega na sua casa? Disponível em: <https://youtu.be/BYpThzHDUIM> (a partir do minuto 9). Após o vídeo, comentários foram feitos e por fim, de forma coletiva, houve a confecção de uma lista das fontes que podem levar energia elétrica às nossas casas (interpretação do vídeo)

Quarta aula- Nesta aula, através de conversa informal, falou-se das utilidades e dos perigos que a energia pode proporcionar e perguntou-se para os estudantes se alguém já tinha tomado um choque. A maioria respondeu que sim. Os professores perguntaram se alguém gostaria de fazer perguntas sobre o assunto. Alguns alunos se manifestaram perguntando: Por que tomamos choque? Por que a energia dá choque? Os professores pediram um espaço de tempo para a construção das respostas. Após esse momento, os estudantes tiveram contato com a palavra "elétron"(até então desconhecida por todos). Em seguida, foi solicitado que os estudantes fizessem bolinhas com papel crepom. Quando

concluídas as bolinhas, solicitou-se que eles cobrissem as linhas de um circuito utilizando essas bolinhas, como mostram as imagens abaixo:

Figura 3: Os elétrons no circuito.

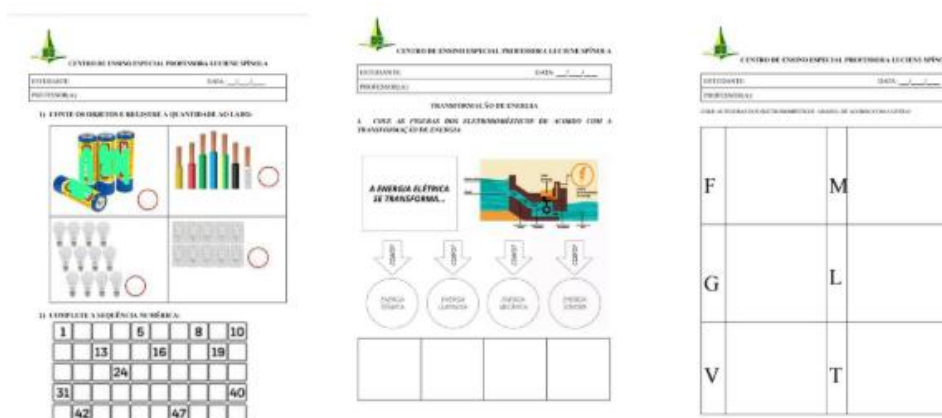


Fonte: Autoria própria.

Após a atividade, os professores perguntaram para os estudantes o que representavam as bolinhas de crepom. A metade da turma soube responder que seriam os elétrons. Houve a necessidade de fixar o conteúdo. Nessa ocasião, dois vídeos simples foram assistidos pelos estudantes: ELETRICIDADE para crianças: Episódio 3 Crie um circuito Materiais condutores e isolantes (YouTube) e Cuidados com a Energia Elétrica (YouTube). Nesse sentido, foi possível trabalhar noções de materiais condutores e materiais isolantes, onde houve indícios de aprendizagem sobre o porquê tomamos choque e o porquê de termos cuidados com a energia elétrica. Por fim, evidenciou-se para os estudantes o conceito de energia correlacionando com a ideia de elétrons em movimento (caminhando pela corrente).

Uma atividade de fixação foi feita envolvendo os conteúdos estudados na sequência, bem como, os conteúdos voltados para alfabetização e letramento.

Figura 4: Atividade sobre energia elétrica e cuidados com a energia elétrica



Fonte: Autoria própria.

Quinta aula- Os professores levaram para a sala um catavento e colocaram nele um mini motor dc (acoplado), juntamente com este material, deixaram em cima da mesa pilhas, fios e leds. A maioria dos estudantes tentaram remontar o circuito feito anteriormente (com pilha, fios e led). Apenas dois estudantes ficaram muito interessados no catavento. Um deles teve

a ideia de testar os fios no suporte em que as pilhas estavam conectadas. Foi um momento incrível! Foi interessante olhar para o estudante e vê-lo feliz pelo feito, pela descoberta. Os demais estudantes ficaram impressionados com aquele catavento funcionando devido ao movimento do motor. As considerações feitas pelos estudantes foram: É isso que acontece com o ventilador; O catavento gira sem precisar do vento;

A partir deste momento iniciou-se o tópico: Transformações de energia- Motor elétrico (de forma sistematizada). Foi retomado os exemplos dos eletrodomésticos que transformam energia elétrica em energia de movimento.

Após estas considerações, os estudantes fizeram uma atividade de fixação envolvendo elementos de um circuito e noções de quantidade.

Figura 5: Construção da caixa para acoplar o Circuito Labirint



Fonte: Autoria própria.

O objeto foi confeccionado de forma coletiva envolvendo os estudantes e professores. As imagens abaixo mostram o processo e o resultado final:

Figura 6: Montagem do Circuito Labirinto



Fonte: Autoria própria.

Sétima aula- Entendendo o funcionamento do objeto: Nesta aula, os estudantes tiveram a oportunidade de revisar conceitos e fazer comparações entre o circuito labirinto e os experimentos e atividades desenvolvidos anteriormente. A atividade com o circuito labirinto envolve psicomotricidade, concentração, percepção visual e auditiva. Sendo assim, pode ser

utilizada em outros contextos a depender da realidade dos estudantes envolvidos. Neste sentido, o objeto poderá ser utilizado na apresentação do Circuito de Ciências.

Os estudantes retomaram a construção de três circuitos simples que conseguiram demonstrar, de forma separada, o funcionamento do led e do buzzer do circuito labirinto. As imagens abaixo mostram a construção dos circuitos simples.

Figura 7: *Confecção de circuitos simples*



Fonte: Autoria própria.

Após este momento, foi retomado o conceito de transformação de energia para que os estudantes identificassem quais tipos de transformação estavam ocorrendo naqueles circuitos. A energia química da pilha estava sendo transformada em quais outros tipos de energia? Os estudantes falaram em energia da luz e energia do som. Após este momento, os estudantes assistiram a um vídeo no youtube falando sobre transformação de energia. Disponível em: Energia | Formas e Transformações.

Além das atividades práticas e orais, como mencionado na metodologia deste trabalho, foram trabalhadas também habilidades de letramento e alfabetização.

Oitava aula-O que é um motor elétrico? Para esta última aula, foi proposta a construção de uma pequena maquete, representando uma fonte de energia primária. A fonte escolhida foi a energia dos ventos. Neste sentido, o objetivo era mostrar como transformar energia de movimento dos ventos em energia elétrica. Após a construção da maquete, os estudantes perceberam que não seria possível fazer os aerogeradores girarem. Neste momento foram aguçados a pensar em hipóteses. Ideias surgiram com a de girar com o dedo, soprar, ligar o ventilador. Em algum momento da aula, após ver um motor dc na mesa, um estudante, lembrou-se das primeiras aulas e sugeriu que o motor fosse colocado no protótipo do aerogerador. Neste sentido, consolidou-se mais um exemplo de transformação de energia.

Para o caso em análise a energia de movimento (cinética/mecânica) dos motores elétricos.

Figura 8: *Protótipo do aerogerador*



Fonte: Autoria própria.

Figura 9: *Maquete fontes de energia*



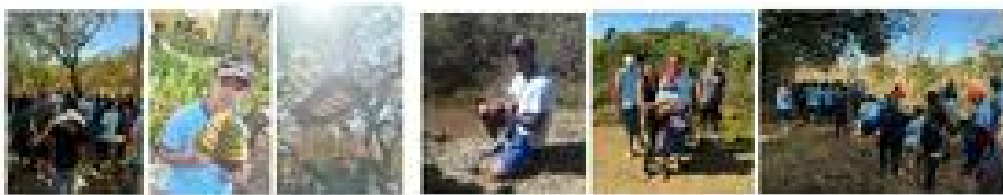
Fonte: Autoria própria.

Durante o desenvolvimento da sequência, também foi possível explorar as principais fontes primárias de energia que observamos na natureza: solar, eólica e hidrelétrica. Este tópico foi melhor explorado na terceira aula, após assistir o vídeo: Descubra como a energia chega na sua casa? Neste vídeo havia uma proposta de montagem de maquete contemplando estas três fontes primárias. Cabe ressaltar que essas fontes foram revisadas através de imagens e memórias de cenários naturais da região. Por exemplo, para falar da energia hidrelétrica, usou-se imagens e memórias da barragem do Rio Descoberto (embora não seja uma hidrelétrica, a intenção foi falar da fonte que é a água). Para falar de energia solar, retoma-se imagens e memórias onde já se tenha observado placas solares aqui na

região. A questão da energia eólica foi um pouco mais difícil de trazer cenários regionais, no entanto, utilizou-se imagens de cenários brasileiros (principalmente na região nordeste) onde há a presença de vários aerogeradores.

A realização de um passeio foi proporcionado pela escola com a finalidade de observar o Parque Ecológico Veredinha. Nessa ocasião, através da exploração deste bioma foi possível observar estas fontes primárias de energia e refletir sobre a frase de Lavoisier: Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.

Figura 10: *Passeio ao Parque Veredinha*



Fonte: Autoria própria.

Para consolidação deste projeto sobre transformação de energia, utilizou-se o objeto desenvolvido- Circuito Labirinto- para apresentação e utilização com os estudantes desta escola, onde o objetivo foi promover a ludicidade, bem como, o desenvolvimento de habilidades de atenção, concentração e coordenação motora. O objeto foi adequado conforme as necessidades dos estudantes, onde o grau de dificuldade do labirinto era aumentado ou diminuído procurando oportunizar a participação de todos.

Figura 11: *Momento coletivo - utilização do Circuito Labirinto*



Fonte: Autoria própria.

De acordo com o planejamento da sequência didática, finalizaríamos o conteúdo com esta culminância citada acima. No entanto, este trabalho participou do 13º Circuito de Ciências do Distrito Federal e teve uma repercussão positiva, permitindo aos estudantes apresentar suas descobertas e produções em exposições. O trabalho foi classificado em 1º lugar na etapa regional e 4º lugar na etapa distrital.

Figura 12: *Etapa Regional do 13º Circuito de Ciências*



Fonte: Autoria própria.

Figura 13: *Etapa Regional do 13º Circuito de Ciências*



Fonte: Autoria própria.

Ainda dentro das perspectivas do relato de experiência, considerando as adaptações individuais, logo abaixo é apresentado um quadro que contém dados das intervenções e avaliação realizadas no decorrer da aplicação da SEI.

Tabela 1: *Quadro de Adaptações Individualizadas*

Estudante	Diagnóstico Clínico e Principais Barreiras	Adaptações Individualizadas	Avaliação: Avanços observados
A	DMU (Deficiência Múltipla): mobilidade reduzida; apraxia da fala; atraso cognitivo.	Recursos visuais e materiais concretos (maiores); perguntas curtas e diretas; escuta sensível; auxílio dos colegas e professores.	Maior interesse em participar; contextualização do conceito de energia com situações do dia a dia; desenvolvimento de habilidades motoras.
B	DI (Deficiência Intelectual): apraxia da fala; dificuldade em concentrar-se.	Escuta sensível.	Engajamento; realização de todas as etapas da sequência com êxito; menor dificuldade em concentrar-se nas aulas e de expor suas perguntas e respostas.
C	Síndrome de Down: dificuldades motoras, na atenção e na concentração; atraso cognitivo.	Recursos visuais e concretos (maiores); perguntas curtas e diretas; escuta sensível; ajuste do tempo (acréscimo).	Compreensão dos perigos relativos à energia elétrica; superação do medo de tomar choque em uma pilha; desenvolvimento de habilidades motoras.
D	DI (Deficiência Intelectual): dificuldade em expressar-se.	Ajuste de tempo (acréscimo).	Engajamento; realização de todas as etapas da sequência com êxito; menor dificuldade em expor suas perguntas e respostas.
E	TEA (Transtorno do Espectro Autista): dificuldade no comportamento adaptativo, nas habilidades motoras, na comunicação, na interação social; atraso cognitivo.	Perguntas curtas e diretas; reforço positivo; escuta sensível; materiais concretos; rotina; e auxílio de professores e colegas.	Maior interesse em participar; contextualização do conceito de energia com situações do dia a dia; desenvolvimento de habilidades motoras.
F	DI (Deficiência Intelectual): dificuldade de abstração.	Sem necessidade de adaptações (já que a sequência foi feita com adequação curricular).	Engajamento; realização de todas as etapas da sequência com êxito; maior desenvoltura em expor suas perguntas e respostas.

G	DI (Deficiência Intelectual): dificuldade de abstração.	Sem necessidade de adaptações (já que a sequência foi feita com adequação curricular).	Engajamento; realização de todas as etapas da sequência com êxito; maior desenvoltura em expor suas perguntas e respostas.
H	DI (Deficiência Intelectual): dificuldade de abstração, de atenção e concentração.	Perguntas curtas e diretas; ajuste de tempo (acréscimo); auxílio de colegas e professores.	Engajamento; contextualização do conceito de energia com situações do dia a dia.
I	DI (Deficiência Intelectual): dificuldade para expressar-se e de abstração.	Ajuste de tempo.	Engajamento; realização de todas as etapas da sequência com êxito; maior desenvoltura em participar de atividades em grupo.
J	TEA (Transtorno do Espectro Autista): dificuldade no comportamento adaptativo, baixa visão e dificuldade de abstração.	Ampliação de tamanho de suportes visuais e objetos; perguntas curtas e diretas; reforço positivo; rotina.	Maior aceitação em trabalhar em grupo; desenvolvimento de habilidades motoras; compreensão de conceitos básicos sobre o tema.

Fonte: Autoria própria

O quadro acima apresenta algumas informações mais relevantes relacionadas a adaptações individualizadas para cada estudante. Vale ressaltar que embora a sequência tenha sido desenvolvida baseada em adequações curricular, ainda assim, existiu a necessidade de se considerar a realidade de cada estudante. Sendo assim, os dez estudantes que participaram de forma mais aprofundada (por serem estuantes da sala) estão nomeados na tabela com identificação fictícia (letras do alfabeto), diagnóstico clínico/ barreiras, adaptações realizadas e avanços observados. Estes dados apontam para uma perspectiva de sucesso em relação ao processo ensino-aprendizagem.

V. CONCLUSÃO

O presente trabalho envolveu um grupo de estudantes de um centro de ensino especial da rede pública, moradores do Distrito Federal e Entorno. Neste cenário, contempla o tópico diversidade e inclusão considerando a pluralidade dos estudantes com suas características próprias em um contexto de equidade. Como objeto de investigação trouxe um tema relevante sobre o uso das tecnologias- transformação de energia- conseguindo fazer relação com possibilidades de soluções inovadoras para o bem-estar desta comunidade. A exemplo disso, a construção do Circuito Labirinto, que pode contribuir de forma significativa para o

processo de ensino aprendizagem desta escola, bem como, para outros contextos, onde o objetivo seja estimular a percepção auditiva/ visual, a coordenação motora, a concentração, bem como, a ludicidade.

Extrapolando o esperado, o estudo proporcionou aos estudantes e professores envolvidos a oportunidade de ampliação dos conhecimentos através de trocas de experiências e conhecimentos durante as exposições no Circuito de Ciências. Os ganhos foram significativos e repercutiram positivamente nesta comunidade.

Para além disso, o projeto atendeu o objetivo a que se propôs (aplicar e analisar uma SEI), bem como, conseguiu demonstrar indícios de aprendizagem significativa nos estudantes em destaque. Neste sentido, o ensino por investigação em um centro de ensino especial demonstrou indícios de contribuição para o processo de ensino aprendizagem, podendo reverberar na qualidade da educação inclusiva.

REFERÊNCIAS

Brasil. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: [s.n.], 1988. Presidência da República. Acesso em: 14 jul. 2024. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>.

Brasil. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica: diversidade e inclusão*. Brasília, DF: [s.n.], 2013. Ministério da Educação; Conselho Nacional de Educação. Disponível em: Diretrizes curriculares nacionais gerais para a Educação Básica: diversidade e inclusão GEDH & LED UERJ. Acesso em: 10 nov. 2023.

Brasil. *Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)*. 2015. Acesso em: 09 ago. 2024. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>.

BRITO, L. O. d.; FIREMAN, E. C. Ensino de ciências por investigação: uma estratégia pedagógica para promoção da alfabetização científica nos primeiros anos do ensino fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 123–146, 2016. Disponível em: Redalyc.

CARVALHO, A. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, p. 765–794, 2018. Acesso em: 09 ago. 2024. Disponível em: <<https://www.researchgate.net>>. 10

FARIAS, G. B. d. *Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da competência em informação*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Ceará, CE, Brasil, 2022. Acesso em: 09 ago. 2024. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pci/a/ZSNC6yjPGkG6t5kTQHC3Wxp/>>.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Eletromagnetismo*. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 3.

Pró Raysa Carvalho. *Cuidados com a Energia Elétrica*. 2019. YouTube. Acesso em: 20 jun. 2024. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=uO5aYbPT1u4>>.

RIBEIRO, V. *Energia: Formas e transformações*. 2020. YouTube. Publicado em: 23 out. 2020. Acesso em: 12 jun. 2024. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=CgVAfiwGALw&t=17s>>.

Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. *Currículo em movimento da educação básica: educação especial*. Brasília: SEEDF, 2024. Acesso em: 09 ago. 2024. Disponível em: <<https://www.educacao.df.gov.br/pedagogico-curriculo-em-movimento/>>.

Smile and Learn. *Eletricidade para crianças*. 2022. YouTube. Publicado em: 29 set. 2022. Acesso em: 15 jun. 2024. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4bGW7FK1-NE>>.