



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO
DE CIÊNCIAS

O ENSINO DE CIÊNCIAS INTEGRADO À HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS POR MEIO
DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Anápolis, Goiás

2025

**O ENSINO DE CIÊNCIAS INTEGRADO À HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS POR MEIO
DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO**

LEONARDO GIMENES FERREIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Nível Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus SEDE: Anápolis-GO como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Héli da Ferreira da Cunha

Anápolis – Goiás

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

GIMENES FERREIRA, LEONARDO
O ENSINO DE CIÊNCIAS INTEGRADO À HISTÓRIA DAS
CIÊNCIAS POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO / LEONARDO
GIMENES FERREIRA; orientador HÉLIDA FERREIRA DA CUNHA.
-- ANÁPOLIS, 2025.
115 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) -- Câmpus
Central - Sede: Anápolis - CET - HENRIQUE SANTILLO,
Universidade Estadual de Goiás, 2025.

1. ENSINO DE CIÊNCIA. 2. HISTÓRIA DA CIÊNCIA. 3.
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO. 4. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA. 5.
SEQUÊNCIA DE ENSINO . I. FERREIRA DA CUNHA, HÉLIDA,
orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO



Universidade
Estadual de Goiás



ESTADO DE GOIÁS
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS - UEG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ANEXO Nº 171/2025/UEG/PPEC-19616

FOLHA DE APROVAÇÃO

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

LEONARDO GIMENES FERREIRA

"O ENSINO DE CIÊNCIAS INTEGRADO À HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS POR MEIO DO ENSINO POR INTEGRAÇÃO" e o
Produto Educacional: INTEGRANDO HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA.



Documento assinado digitalmente

HELENA FERREIRA DA CUNHA
CPF: 30480353-11-22117-9088
urlDocAssinatura: https://verificar.dig.br

Profa. Dra. Hélida Ferreira da Cunha
Universidade Estadual de Goiás (UEG)



Documento assinado digitalmente

MIRLEY LUCIENE DOS SANTOS
CPF: 30480353-11-22117-9088
urlDocAssinatura: https://verificar.dig.br

Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos
Universidade Estadual de Goiás (UEG)



Documento assinado digitalmente

ADAMIR LUZ DA SILVA
CPF: 30480353-11-22117-9088
urlDocAssinatura: https://verificar.dig.br

Prof. Dr. Adamir Luz da Silva
Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Anápolis, 27 de agosto de 2025.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS
RODOVIA BR 153 Nº5021, CAMPUS HENRIQUE SANTILLO - Bairro FAZENDA BARREIRO DO MIMO -
ANAPÓLIS - GO - CEP 75133-900 - (62)3326-1100



Referência: Processo nº 202500000002276



SEI 76354801

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

10/08/2025, 15:41

SIGLA/VERIFICAÇÃO - 2025/02 - PSE



Universidade
Estadual de Goiás



ESTADO DE GOIÁS
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS - UEG
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE
CIÊNCIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 171/2025

Aos vinte e sete dias do mês de agosto do ano de dois mil e vinte e cinco, a partir das 14 horas, realizada no auditório do Mestrado Campus Central, a sessão de Banca de Defesa de Dissertação de Mestrado do discente LEONARDO GIMENES FERREIRA, que apresentou a dissertação intitulada "O ENSINO DE CIÊNCIAS INTEGRADO À HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS POR MEIO DO ENSINO POR INTEGRAÇÃO" e o Produto Educacional: INTEGRANDO HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA. A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes Professores: Dra. Héliida Ferreira da Cunha (orientadora e presidente da banca), Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos (avaliadora interna-UEG) e Prof. Dr. Ademir Luiz da Silva (avaliador externo – UEG).

() aprovado () aprovado com sugestões de alterações () reprovado.

Observações: Aprovado; a discente deve realizar as correções solicitadas pela banca.

Reaberta a sessão, o orientador proclamou o resultado e encerrou a sessão, da qual foi lavrada a presente ata que vai ser assinada por mim orientador e membros da banca examinadora. *Assinatura eletrônica.

gov.br
HÉLIDA FERREIRA DA CUNHA
Data: 2025/08/27 11:22:11 -0300
Verifique em: https://verificar.br.gov.br

*Orientadora: Profa. Dra. Héliida Ferreira da Cunha

gov.br
MIRLEY LUCIENE DOS SANTOS
Data: 2025/08/27 11:20:03 -0300
Verifique em: https://verificar.br.gov.br

*Examinadora Interna: Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos

gov.br
ADEMIR LUIZ DA SILVA
Data: 2025/08/27 14:02:11 -0300
Verifique em: https://verificar.br.gov.br

*Examinador Externo: Prof. Dr. Ademir Luiz da Silva

gov.br
LEONARDO GIMENES FERREIRA
Data: 2025/08/27 15:11:31 -0300
Verifique em: https://verificar.br.gov.br

*Discente: Leonardo Gimenes Ferreira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

RODOVIA BR 153 Nº3105, CAMPUS HENRIQUE SANTILLO - Bairro FAZENDA
BARBEIRO DO MEIO - ANAPOLIS - GO - CEP 75132-908 - (62)3328-1162



Referência: Processo nº 202500020002276



SEI 78334789

DEDICATÓRIA

À minha família e aos meus pais, eterna gratidão.

AGRADEDIMENTOS

A minha gratidão começa com Deus, a quem devo tudo. Foi Ele quem me sustentou em cada etapa, me deu forças em situações delicadas e me presenteou com a graça de realizar um grande sonho. Nos momentos mais difíceis, senti Seu cuidado e proteção, me livrando do mal e me mostrando que nunca estive sozinho.

À minha família, meu porto seguro, meu apoio incondicional em todas as fases dessa caminhada. Em especial à minha esposa Mirele, que com amor, paciência e generosidade caminhou ao meu lado mesmo nos dias mais desafiadores. Você me fortaleceu com suas palavras, sua presença e até com seus silêncios cheios de sabedoria. Obrigado por nunca medir esforços, por acreditar em mim e por segurar minha mão quando eu mais precisei. Aos meus filhos, Lara e Miguel, que entenderam desde o começo que minhas ausências tinham um propósito maior — meu coração se enche de orgulho e gratidão por vocês. Obrigado, meus amores, por tanto carinho e compreensão.

Aos meus pais, Edson e Elizabeth, meu muito obrigado por todo amor, cuidado e presença nos momentos mais marcantes dessa trajetória e da minha vida, com os ensinamentos valorosos e o amor na minha formação pessoal. Jamais esquecerei o apoio que recebi de vocês, especialmente após o acidente de moto — inclusive me acompanhando às aulas. Aos meus irmãos, Edson Júnior e Léia, que sempre estiveram por perto com palavras de incentivo e apoio, deixo aqui meu carinho e reconhecimento.

À minha amiga Joelma, que foi uma verdadeira companheira de jornada. Sua presença foi essencial desde o início, sempre ao meu lado com conselhos, acolhimento e parceria. Como costumo dizer, você foi minha “coorientadora” de coração. Muito obrigado, amiga, por ser tão generosa e por acreditar nesse projeto comigo.

À minha orientadora, Professora Doutora Héliida, minha sincera e profunda gratidão. Obrigado por sua orientação cuidadosa, por cada palavra de incentivo e por confiar no meu potencial. Sua paciência e seu olhar atento foram fundamentais para que esse trabalho chegasse até aqui. Levo comigo tudo o que aprendi com você, não apenas no campo acadêmico, mas também como exemplo de profissional e ser humano.

Aos professores que participaram da banca de qualificação, Professor Doutor Wilton e Professor Doutor Ademir, agradeço imensamente pela prontidão e disponibilidade. E à Professora Doutor Mirley e ao Professor Doutor Ademir, mais uma vez, obrigado por aceitarem o convite para estarem presentes na defesa. Foi uma alegria contar com vocês.

Aos mestres do PPEC, meu muito obrigado por cada ensinamento compartilhado. E aos colegas de sala, pela convivência, pelas trocas, pelas conversas e pelo apoio ao longo do curso — foi bom demais dividir esse caminho com vocês.

Aos meus colegas de trabalho, muito obrigado pela compreensão e pelo incentivo. Em especial, à Gestora Ângela, que sempre demonstrou sensibilidade e respeito, organizando minha rotina laboral de forma que eu pudesse seguir com tranquilidade nos estudos. Sua ajuda fez toda a diferença.

E aos meus queridos alunos que participaram da pesquisa, meu agradecimento cheio de carinho. Obrigado por se envolverem, por se abrirem ao projeto e por contribuírem com tanta generosidade. Vocês foram parte viva e essencial dessa construção.

SUMÁRIO

1.- INTRODUÇÃO.....	13
2.- OBJETIVOS.....	16
2.1.- Objetivo Geral.....	16
2.2.- Objetivos Específicos.....	16
3.- ARTIGO I - A HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SEUS CAMINHOS HISTORIOGRÁFICOS E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	17
3.1.- Referências.....	41
4.- ARTIGO II – O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	44
4.1.- Sequência de Ensino Investigativa (SEI) – Integrando História da Ciência e Ensino de Ciências: Uma Abordagem Investigativa.....	57
4.2.- Referências.....	86
5.- PRODUTO EDUCACIONAL.....	90
ANEXO.....	91

RESUMO

Este estudo tem como foco o Ensino de Ciências integrado à História da Ciência, utilizando a abordagem do Ensino por Investigação. A proposta nasceu do desejo de tornar o aprendizado significativo, aproximando os estudantes da trajetória de cientistas que contribuíram para o desenvolvimento da ciência, especialmente no contexto brasileiro. A ideia é criar conexões entre a História da Ciência e o Ensino de Ciências, promovendo a curiosidade, o pensamento crítico e o protagonismo estudantil. A pesquisa foi desenvolvida com estudantes do Ensino Médio de uma escola pública localizada no município de Santa Helena de Goiás, interior do Estado de Goiás. O objetivo central do trabalho foi elaborar e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) que favorecesse o processo de ensino-aprendizagem por meio da integração entre a História da Ciência e o Ensino por Investigação. Para tornar esse propósito possível, traçamos os seguintes objetivos específicos: identificar como a História da Ciência aparece nos documentos que orientam a educação básica, buscando compreender seu espaço e potencial educativo; aplicar a SEI com estudantes da 2ª série do ensino médio, explorando a trajetória de cientistas brasileiros por meio de atividades investigativas que valorizem a participação ativa dos alunos; analisar os impactos dessa experiência no ensino-aprendizagem de Ciências, considerando tanto os conteúdos científicos quanto os aspectos históricos envolvidos. O caminho percorrido começou com a pesquisa bibliográfica, que embasou a fundamentação teórica do estudo. Essa revisão foi essencial para compreender as contribuições que a História da Ciência e o Ensino por Investigação podem trazer para a sala de aula, tanto do ponto de vista pedagógico quanto humano. A partir desse embasamento, foram elaborados três artigos que sustentam e ampliam a reflexão sobre a proposta: (1) a História da Ciência em seus Caminhos Historiográficos e suas Contribuições no Ensino de Ciências; (2) o Ensino por Investigação e suas Aplicações no Ensino de Ciências; (3) Sequência de Ensino Investigativa (SEI) – O Ensino por Investigação e suas Aplicações no Ensino de Ciências. A aplicação da SEI foi realizada em sala de aula com os estudantes da 2ª série do ensino médio, promovendo momentos ricos de investigação, diálogo, troca de ideias e descoberta. Para compreender melhor como os estudantes interagiram com a proposta, utilizamos a metodologia de grupo focal, o que possibilitou ouvir suas vozes, percepções e experiências vividas durante a sequência. Mais do que simplesmente transmitir conteúdos, este trabalho buscou criar um ambiente em que os estudantes se sentissem parte do processo científico, compreendendo que a ciência é construída por pessoas reais, em contextos históricos específicos, com desafios, dúvidas e descobertas — assim como eles, em sua jornada de aprendizado.

Palavras-Chave: História da Ciência – Ensino de Ciências – Sequência de Ensino Investigativa

ABSTRACT

This study focuses on Science Education integrated with the History of Science, using the Inquiry-Based Learning approach. The proposal arose from the desire to make learning more meaningful, bringing students closer to the trajectory of scientists who contributed to the development of science, especially in the Brazilian context. The idea is to create connections between the History of Science and Science Teaching, promoting curiosity, critical thinking, and student leadership. The research was developed with high school students from a public school located in the municipality of Santa Helena de Goiás, in the interior of the state of Goiás. The main objective of the work was to develop and apply an Investigative Teaching Sequence (ITS) that would favor the teaching-learning process through the integration of the History of Science and Inquiry-Based Teaching. To make this possible, we outlined the following specific objectives: to identify how the History of Science appears in the documents that guide basic education, seeking to understand its space and educational potential; apply the ITS with 10th grade students, exploring the trajectory of Brazilian scientists through investigative activities that value the active participation of students; analyze the impacts of this experience on science teaching and learning, considering both the scientific content and the historical aspects involved. The path taken began with extensive bibliographic research, which provided the theoretical basis for the study. This review was essential to understand the contributions that the History of Science and Inquiry-Based Teaching can bring to the classroom, both from a pedagogical and human perspective. Based on this foundation, three articles were written that support and expand on the reflection on the proposal: (1) The History of Science in its Historiographical Paths and its Contributions to Science Teaching; (2) Inquiry-Based Teaching and its Applications in Science Teaching; (3) Investigative Teaching Sequence (ITS) – Inquiry-Based Teaching and its Applications in Science Education. The ITS was applied in the classroom with 10th grade students, promoting rich moments of investigation, dialogue, exchange of ideas, and discovery. To better understand how students interacted with the proposal, we used the focus group methodology, which allowed us to hear their voices, perceptions, and experiences during the sequence. More than simply transmitting content, this work sought to create an environment in which students felt part of the scientific process, understanding that science is built by real people, in specific historical contexts, with challenges, doubts, and discoveries—just like them, in their learning journey.

Keywords: History of Science – Science Teaching – Investigative Teaching Sequence

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Apresentação das Etapas da SEI por Slides

Figura 2 – Texto Complementar sobre as Biografia do Cientista

Figura 3 – Texto Complementar sobre a Biografia do Cientista

Figura 4 – Texto Referente à Resposta ao Problema de Pesquisa do Cientista Oswaldo Cruz

Figura 5 – Texto Referente à Resposta ao Problema de Pesquisa da Cientista Carolina Bori

Figura 6 – Texto Referente à Resposta ao Problema de Pesquisa da Cientista Nise da Silveira

Figura 7 – Texto Referente à Resposta ao Problema de Pesquisa do Cientista Vital Brazil

Figura 8 – Texto Referente à Resposta ao Problema de Pesquisa do Cientista Carlos Chagas

1.- INTRODUÇÃO

Desde a Revolução Científica, a humanidade tem demonstrado uma inquieta curiosidade em compreender melhor o mundo que a cerca. Homens e mulheres movidos por esse desejo de saber iniciaram uma busca por respostas para os mistérios que envolviam a natureza e a sociedade em que viviam. Essa atitude marcou profundamente o surgimento da ciência moderna.

O artigo 1, A História da Ciência em seus Caminhos Historiográficos e suas Contribuições no Ensino de Ciências, tem como objetivo refletir sobre a importância da História da Ciência no ensino de Ciências, considerando, para isso, as contribuições de autores como George Sarton, Thomas Kuhn e Karl Popper. Também propõe a articulação entre essa história e o Ensino por Investigação, buscando caminhos mais significativos e humanizados para o aprendizado científico.

George Sarton, historiador e químico belga-americano, é apontado por Acot (2001) como “um dos grandes responsáveis pela consolidação da História da Ciência como campo acadêmico”. Sua obra *Introduction to the History of Science* se destacou por tentar sistematizar o desenvolvimento da ciência desde a Antiguidade até o século XX, sendo considerada um marco por muitos estudiosos.

Mais adiante, Thomas Kuhn trouxe uma nova visão crítica sobre o avanço do conhecimento científico. Em *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962), ele introduz o conceito de "paradigma" e “defende que a ciência não evolui de forma linear, mas sim por meio de rupturas e mudanças de paradigma, contestando a ideia de progresso cumulativo defendida por Sarton”. Kuhn nos lembra que a ciência é feita por pessoas e que, portanto, está sujeita a influências sociais, culturais e históricas.

Karl Popper, por sua vez, foi um filósofo austríaco que revolucionou a forma de entender a ciência ao propor o falsificacionismo: uma teoria científica só é válida se puder ser testada e, eventualmente, refutada. Segundo ele, a ciência avança por meio do confronto com o erro, e não pela simples acumulação de verdades.

Ao aproximarmos essas ideias do cotidiano escolar, percebemos o quanto a História da Ciência pode ser uma ferramenta poderosa para tornar o ensino de Ciências mais acessível, interessante e conectado com a vida dos estudantes. Mostrar que a ciência foi e é feita por pessoas reais, em contextos específicos, ajuda a desfazer a imagem de que o conhecimento científico é algo distante, quase místico, restrito a "gênios".

Esse movimento não é recente. Exemplo disso, observamos que na Inglaterra se discute desde o século XIX, onde periódicos abordaram esse tema, currículos foram modificados para atender essa demanda. Vemos que Jenkins (1991, p. 33) e Sherratt (1982, p. 225) refere-se a apelo de 1855 da British Association for the Advancement of Science (BAAS), para que se ensinasse aos jovens não “apenas meros resultados, mas os métodos e, acima de tudo, a história da ciência”, com o objetivo de promover a própria ciência. Desde essa época, entendia-se que a História da Ciência integrada ao ensino de Ciências contribuiria com possibilidades mais amplas de entendimento dessa disciplina, onde proporcionaria o conhecimento de todo o processo de desenvolvimento da produção científica.

Essa visão influenciou diversos países, como nos relata os pesquisadores Pumfrey (1991) e Mathews (1994)

a perspectiva contextual do ensino de ciências foi incorporada, nos últimos anos, em documentos oficiais de orientação curricular, bem como em projetos desenvolvidos por grupos de pesquisadores de Ensino de Ciências de países como EUA, Inglaterra, Brasil, Holanda, Dinamarca, Itália, Espanha, Alemanha.

Observando a literatura sobre a História da Ciência constatamos reflexões que nos mostram diversas contribuições da integração entre as duas áreas, a supracitada e o ensino de Ciências. Mathews (1994) nos traz a síntese sobre os benefícios da História da Ciência nessa perspectiva contextual

A História promove melhor compreensão dos conceitos científicos e métodos. Abordagens históricas conectam o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas. A História da Ciência é intrinsecamente valiosa. Episódios importantes da História da Ciência e Cultura – a revolução científica, o darwinismo, a descoberta da penicilina etc. – deveriam ser familiares a todo estudante. A História é necessária para entender a natureza da ciência. A História neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados frequentemente nos manuais de ensino de ciências e nas aulas. A História, pelo exame da vida e da época de pesquisadores individuais, humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos. A História favorece conexões a serem feitas dentro de tópicos e disciplinas científicas, assim como com outras disciplinas acadêmicas; a história expõe a natureza integrativa e interdependente das aquisições humanas.

No Brasil, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e a LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) apontam para a necessidade de uma educação contextualizada, que articule a história da ciência com os conteúdos escolares. A exemplo disso, temos a inserção de temas

Neste sentido, é interessante a introdução mais frequente de tópicos de História da Ciência como parte de estudos da área, como, por exemplo, as explicações de Descartes e Harvey a respeito da circulação sanguínea dentro de estudos sobre o organismo humano. Em outro exemplo de interesse para os eixos Terra e Universo e Tecnologia e Sociedade, estão as ideias de Galileu sobre o Sistema Solar que foram reforçadas por observações com o uso da luneta (PCNs, Ciências da Natureza, 1997).

Apesar disso, muitos estudantes ainda têm dificuldade em enxergar a ciência como parte de seu cotidiano. Isso acontece, muitas vezes, porque o ensino é centrado na transmissão mecânica de conteúdos, desconectado do contexto histórico e social.

No artigo 2, O Ensino por Investigação e suas Aplicações no Ensino de Ciências, relata que o Ensino por Investigação surge como uma proposta pedagógica que transforma a experiência educacional. Em vez de apenas escutar e copiar, os estudantes são convidados a pensar, questionar, investigar, formular hipóteses e buscar respostas. Segundo Azevedo (2004), “o objetivo é estimular a atitude crítica, o debate, a argumentação e a aplicação dos conhecimentos em diferentes contextos”.

Essa abordagem torna o estudante protagonista de sua aprendizagem, enquanto o professor assume o papel de mediador, facilitador, guia. Como afirmam Carvalho et al. (1995), “é fundamental que o estudante se envolva ativamente na resolução de problemas, pois é nesse movimento que ele realmente constrói o conhecimento”.

Dewey já apontava essa necessidade ao criticar o ensino tradicional baseado na passividade do aluno. Para ele, é preciso valorizar a capacidade de pensar, criar e agir dos estudantes. Chiovatto (2012) complementa que “o professor deve auxiliar os alunos a atribuírem sentido aos conteúdos, conectando-os à realidade”.

Ao promover uma educação ativa, investigativa e historicamente contextualizada, abrimos caminhos para uma formação mais humana, crítica e significativa. A ciência, assim, deixa de ser uma "matéria difícil" e passa a ser compreendida como parte da vida, da cultura, da sociedade.

Mais do que ensinar fórmulas e teorias, o desafio está em formar sujeitos capazes de pensar, dialogar e transformar. E para isso, a História da Ciência e o Ensino por Investigação se revelam aliados potentes, que merecem cada vez mais espaço na escola e no coração de quem ensina e aprende.

O artigo 3 é um produto educacional, uma Sequência de Ensino Investigativa com foco na História da Ciência integrada ao Ensino de Ciências. Essa SEI foi aplicada numa turma da 2ª Série do ensino médio numa escola pública de rede estadual de educação em Santa Helena de Goiás.

2.- OBJETIVOS

2.1.- Objetivo Geral

– Desenvolver uma sequência de ensino investigativa que promova o ensino-aprendizagem no ensino de ciências integrando a história das ciências por meio do ensino por investigação.

2.2.- Objetivos Específicos

- Identificar os fatores que orientam a história das ciências dentro dos documentos que referenciam a educação básica;
- Analisar o ensino-aprendizagem de ciências com base no Ensino de Ciências e da História das Ciências na educação básica
- Aplicar a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para estudantes da segunda série do ensino médio a fim de analisar sua interação com uma proposta de ensino por investigação sobre a história da trajetória de alguns cientistas brasileiros;

3.- ARTIGO I – A HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SEUS CAMINHOS HISTORIOGRÁFICOS E SUAS CONTRIBUIÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS

RESUMO

Este artigo tem como pressuposto analisar o desenvolvimento da História da Ciência dentro do contexto do ensino de ciências, observando os seus primeiros passos na Europa mediante as reflexões de Jenkins (1991) e Sherratt (1982) que destacaram o papel da British Association for the Advancement of Science (BAAS) na reflexão sobre a importância da História da Ciência na aprendizagem do ensino de ciências. Ainda, refletiremos sobre os precursores da História da Ciência, George Sarton, Thomas Kuhn e Karl Popper, onde examinaremos as suas contribuições no desenvolvimento da História da Ciência. Sarton, contribuiu efetivamente para institucionalização da História da Ciência como disciplina acadêmica, foi autor da relevante obra *Introduction to the History of Science* muito importante dentro do contexto acadêmico dessa ciência. Thomas Kuhn, desenvolve sua narrativa em contraposição a Sarton considerando-o um historiador *whig*. Kuhn, se destacou ainda por ter desenvolvido a teoria do paradigma em sua principal obra, *A Estrutura das Revoluções Científicas*, indicando um novo caminho para o desenvolvimento da História da Ciência. Karl Popper contribuirá com a sua análise sobre o desenvolvimento científico onde expôs o princípio da falseabilidade, ou seja, o da refutabilidade científica, como requisito da delimitação da ciência. Abordaremos a importância e a contribuição da história da ciência no ensino de ciências, analisando os pressupostos que contribuem para o avanço do ensino-aprendizagem na relação da história da ciência com o ensino de ciências.

Palavras – chave: Historiografia da Ciência – Avanço no Ensino de Ciências – Educação Científica

ABSTRACT

This article aims to analyze the development of the History of Science within the context of science teaching, observing its first steps in Europe through the reflections of Jenkins (1991) and Sherratt (1982) who highlighted the role of the British Association for the Advancement of Science (BAAS) in reflecting on the importance of the History of Science in the teaching-learning process of science teaching. We will also reflect on the forerunners of the History of Science, George Sarton, Thomas Kuhn and Karl Popper, examining their contributions to the development of the History of Science. Sarton effectively contributed to the institutionalization of the History of Science as an academic discipline. He was the author of the important work *Introduction to the History of Science*, which was considered a “watershed” within the academic context of this science. Thomas Kuhn develops his narrative in opposition to Sarton, considering him a Whig historian. Kuhn also stood out for having developed paradigm theory in his main work, *The Structure of Scientific Revolutions*, indicating a new path for the development of the History of Science. Karl Popper contributed with his analysis of scientific development, where he set out the principle of falsifiability, or scientific refutability, as a requirement for the delimitation of science. We will address the importance and contribution of the history of science in science teaching, analyzing the presuppositions of the history of science.

Keywords: Historiography of Science - Advances in Science Teaching - Science Education

INTRODUÇÃO

O presente artigo analisará alguns historiadores da ciência como George Sarton, Thomas Kuhn e Karl Popper e suas contribuições para o desenvolvimento e progresso da História da Ciência. George Sarton, químico e historiador belga-americano, segundo Acot (2001) “foi considerado um dos principais responsáveis pela institucionalização acadêmica da História da Ciência, ao publicar a sua principal obra *Introduction to the History of Science* que ambicionava abranger a história da ciência desde a Antiguidade até o século XX”. Muitos estudiosos entendiam que essa obra, que passou a ser conhecida como *Introduction*, recebendo diversos elogios de seus pares.

Seguindo a nossa análise historiográfica, destacamos Thomas Kuhn, físico e historiador estadunidense do século XX, que inicia a sua jornada historiográfica com uma crítica à Sarton, em sua obra *A tensão social* (1977) mencionando “o avanço científico como o triunfo da razão sobre a superstição primitiva”. Nessa passagem, Kuhn expõe que o historiador belga-americano entendia que a ciência se encontrava em uma posição mais importante que a sociedade, onde Sarton é definido por Kuhn como um historiador whig¹. Veremos que Kuhn publica a sua principal obra, *A Estrutura das Revoluções Científicas* em 1962, produção na qual define o conceito de paradigma, que dentro do contexto científico foi considerado revolucionário.

Abordaremos as análises de Karl Popper, filósofo austríaco que se localizou na Inglaterra, onde desenvolveu a epistemologia do falsificacionismo, fundamentada na refutação das teorias científicas. Sua abordagem revolucionou a filosofia da ciência ao defender que o conhecimento não avançava pela simples verificação, mas pela testabilidade contínua e pela possibilidade de refutação das hipóteses. Suas ideias foram fundamentais para o desenvolvimento da Filosofia e da História da Ciência, influenciando a distinção entre ciência e pseudociência.

A importância da história da ciência no ensino de ciências será analisada nesse artigo, sendo que, o desafio atual é mostrar ao estudante que a ciência é acessível, sendo que o intuito é utilizar a história da ciência como um mecanismo de aprendizagem da ciência. Portanto, a conexão entre o ensino de ciências e história da ciência criará condições do estudante entender que a ciência é algo acessível, sem considerar que ela é algo “místico”, conduzida por “gênios”

¹ Thomas Kuhn utiliza o termo “historiador whig” de maneira crítica, especialmente em *A Estrutura das Revoluções Científicas* (1962). Para ele, a história whig da ciência é aquela que interpreta o passado de modo teleológico, isto é, como se todo o desenvolvimento científico fosse uma marcha linear e inevitável em direção ao conhecimento atual.

com “verdades infalíveis”. Finalizando, refletiremos sobre a contribuição da História da Ciência no ensino de ciências, onde analisaremos propostas de ações que conduzam a uma relação profícua entre as referidas áreas, no intuito de levar o estudante ao entendimento de que a ciência é importante na sua vida devido ao contexto sócio-histórico, político e econômico em que ela é desenvolvida.

PRIMEIROS PASSOS DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

A humanidade adquiriu o desenvolvimento socio-tecnológico devido ao aperfeiçoamento da ciência e da técnica onde esse estágio é um processo inerente da evolução do ser humano, conforme Sequeira e Leite (1988) “[...] também é verdade que só atingimos o presente estado de desenvolvimento socio-tecnológico graças a um progresso da ciência e da técnica que, por isso mesmo, faz parte integrante da evolução do Homem”. Ainda encontramos em Zilsel (2018) “que plena desenvolvida, a ciência é encontrada apenas na civilização moderna europeia e americana”, onde constata-se que o conhecimento científico é um processo recente, que se desenvolveu dentro das perspectivas ocidentais baseado nos estudos árabes, no período medieval, como matemáticos, astrônomos, físicos e médicos. Com isso, o início da ciência europeia foi influenciado pelo processo de intercâmbios entre ocidente e oriente através do período das Cruzadas.

Ainda considerando Zilsel (2018)

Algumas características gerais da sociedade pré-capitalista que são condições necessárias para o surgimento da ciência, são bem conhecidas. A sociedade pré-capitalista é uma sociedade de cidadãos comerciantes e produtores de manufaturas. (...) A tecnologia progride rapidamente neste período (período de invenções, das máquinas). Isto estabelece tarefas para a Mecânica e para a Química e favorece o pensamento em geral. A competição econômica dissolve a sociedade coletiva feudal e especialmente as guildas medievais. Isto destrói a mentalidade coletiva e o pensamento tradicional da Idade Média, promove o pensamento individual e é o pressuposto para a crítica científica.

Ainda analisando o início do desenvolvimento científico, encontramos uma reflexão nesse autor que nos mostra que o aspecto capitalista contribuiu de forma significativa para a sua evolução. A sociedade pré-capitalista, composta por comerciantes e produtores de manufaturas, trabalharão para o avanço do sistema de produção, na intenção de atender os seus anseios produtivos. Assim, surgiram observações e intervenções em alguns campos específicos, como a química e a mecânica, com o propósito de atender as necessidades do mercado capitalista. Com isso, as transformações desse processo não ocorreram somente no campo financeiro, como também na sociedade, desfigurando a sociedade coletiva do período medieval

e configurando a sociedade capitalista no aspecto individual, corroborado na dinâmica científica.

Assim, esse avanço técnico-científico proporcionou grandes progressos para vida cotidiana do ser humano que se tornou muito considerada pela sociedade. Grande parte da população entende que a ciência, devido ao seu considerável desenvolvimento, tem a capacidade de resolver todos os problemas que convergem a sociedade. Porém, isso não pode ser considerado verdadeiro. O campo científico não consegue resolver todos os desafios que são apresentados à sua volta. Sequeira e Leite (1988) demonstram que “vivemos num período em que a ciência e a técnica gozam de uma grande popularidade e, simultaneamente, exercem uma grande influência sobre as nossas vidas. Se é verdade que, ao contrário do que pensa a maioria dos cidadãos, a ciência não resolve todos os nossos problemas, [...]”.

Observa-se que “a evolução da ciência e da técnica está cada vez mais dependente de decisões político-sociais pelo que será impossível compreender o estado atual da ciência e as suas características sem conhecer a História da Ciência” (Sequeira e Leite, 1988). Baseado na ideia de popularização da ciência, encontramos uma contradição nesse contexto, onde o conhecimento em relação à ciência se configura de maneira superficial. A sociedade tem na ciência algo sobrenatural, que tem a capacidade de solucionar todos os desafios propostos pela humanidade. Assim, não imaginam que o processo de desenvolvimento da ciência está relacionado aos aspectos político, sociais, econômicas e culturais de uma nação ou propriamente global. Portanto, verifica-se a necessidade da História das Ciências no desenvolvimento da ciência, pois se procederá na perspectiva dentro dos contextos envolvidos no desenvolvimento humano.

A História da Ciência vem sendo debatida já algum tempo. Exemplo disso, observamos que na Inglaterra se discute desde o final do século XIX, onde periódicos abordaram esse tema, currículos foram modificados para atender essa demanda. Vemos que Jenkins (1991) e Sherratt (1982) “referem-se ao apelo de 1855 da British Association for the Advancement of Science (BAAS), para que se ensinasse aos jovens não apenas meros resultados, mas os métodos e, acima de tudo, a história da ciência, com o objetivo de promover a própria ciência”.

Desde essa época, entendia-se que a História da Ciência integrada ao ensino de Ciências contribuiria com possibilidades mais amplas de compreensão dessa disciplina, onde proporcionaria o conhecimento de todo o processo de desenvolvimento da produção científica.

Essa visão foi disseminada em outros países, além da Inglaterra, onde vários pesquisadores foram incorporando essa ideia de integrar a História da Ciência ao ensino de

Ciências, no intuito de proporcionar uma noção contextual nesse aprendizado, como nos relata Pumfrey (1991) e Mathews (1994),

a perspectiva contextual do ensino de ciências foi incorporada, nos últimos anos, em documentos oficiais de orientação curricular, bem como em projetos desenvolvidos por grupos de pesquisadores de Ensino de Ciências de países como EUA, Inglaterra, Brasil, Holanda, Dinamarca, Itália, Espanha, Alemanha.

Observando a literatura sobre a História da Ciência constatamos reflexões que nos mostram diversas contribuições da integração entre as duas áreas, a supracitada e o ensino de Ciências. Matthews (1994) nos traz a síntese sobre os benefícios da História da Ciência nessa perspectiva contextual

A História promove melhor compreensão dos conceitos científicos e métodos. Abordagens históricas conectam o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas. A História da Ciência é intrinsecamente valiosa. Episódios importantes da História da Ciência e Cultura – a revolução científica, o darwinismo, a descoberta da penicilina etc. – deveriam ser familiares a todo estudante. A História é necessária para entender a natureza da ciência. A História neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados frequentemente nos manuais de ensino de ciências e nas aulas. A História, pelo exame da vida e da época de pesquisadores individuais, humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos. A História favorece conexões a serem feitas dentro de tópicos e disciplinas científicas, assim como com outras disciplinas acadêmicas; a história expõe a natureza integrativa e interdependente das aquisições humanas.

A História da Ciência tem um valor significativo no processo de desenvolvimento de ensino-aprendizagem do saber científico dentro do ensino de Ciências. A proposta de muitos pensadores, como o de Matthews, nos mostra com clareza, a ideia que se faz de um trabalho amplo e dinâmico no processo de aprendizagem, como discutir sobre temas extremamente relevantes dentro do contexto histórico, revolução científica, darwinismo, a penicilina, que foram conquistas extraordinárias dentro da sociedade humana. O desafio será derrubar os dogmas e o cientificismo que existe no momento, que barram a difusão da importância e a dinâmica da disseminação do saber científico entre os nossos alunos, proporcionando que os episódios científicos se tornem familiares aos estudantes, condicionando a possibilidade de entendimento da natureza científica. Esse mecanismo tem o desafio de humanizar a matéria científica com o propósito de instituir relações interdisciplinares.

GEORGE SARTON

A História da Ciência vem sendo debatida e considerada como um aspecto importante no ensino de ciências desde o século XIX, como vimos em análises anteriores. Porém, essa ciência percorria um caminho marginal na historiografia no início do século XX, momento em

que George Sarton a coloca numa posição mais privilegiada no contexto historiográfico. Nessa concepção vemos Oliveira (2016) corroborando o destaque de Sarton frente a História da Ciência

George Sarton tem sido sempre lembrado como um dos responsáveis pela institucionalização da disciplina de História da Ciência. Até o início dos anos 60, século XX, a crítica lhe é extremamente favorável e elogiosa, cedendo lugar a considerações restritivas que enfatizam a ausência de uma abordagem filosófica e analítica em seus escritos. Essas restrições se intensificam no contexto da nova historiografia da ciência, tal como anunciada por Thomas Kuhn.

Sarton foi considerado como o institucionalizador da história da ciência como disciplina efetiva da história ao publicar sua principal obra, *Introduction to the History of Science*, destacada no contexto desse campo da história. Essa obra de Sarton, entendida por muitos teóricos como muito importante para a História da Ciência, recebe vários elogios, indicando diversos fatores propostos na sua análise, como o “despertar de ideias” ou como um “insubstituível serviço”, conforme nos demonstra Oliveira (2016)

Hélène Metzger, em textos de 1931 e 1936, afirma que a obra do historiador belga “faz pensar e desperta ideias” e deve ser lida com “alegria e reconhecimento”, já que “nada do que Sarton escreve pode ser indiferente ao historiador da ciência”. Para Millás Vallicrosa, Sarton prestou um “insubstituível serviço” para os historiadores da cultura, mostrando preocupação com todo o contexto investigado e o “desejo justiceiro em prol do legado da ciência medieval”, que pode ser considerado um dos “seus méritos mais ilustres e honrosos”. Num artigo publicado originalmente em 1956, Koyré menciona a contribuição das “grandes obras” de Sarton para a compreensão da ciência medieval.

Ainda observando a recepção da obra de Sarton, encontramos análises enaltecidas e significativas ao contexto exposto pelo autor, onde destaca-se que a sua produção, tanto com palestras, livros, artigos, alunos e colegas foram componentes importantíssimos para o desenvolvimento da História da Ciência, como vemos em C. D. Hellman (1958), “por suas palestras, livros e artigos, bem como por meio de seus alunos e seus colegas em todo o mundo, George Sarton espalhou sua interpretação da história da ciência”.

Além dos destaques sobre a obra de Sarton, encontra-se ainda os prêmios e condecorações recebidas pelo autor, como afirma Cohen (1957) que “lista as honras e medalhas concedidas ao grande historiador, bem como as sociedades e academias das quais ele fez parte e os títulos honorários que recebeu”. Clagett (1957) “atenta para o extraordinário conhecimento da ciência e do pensamento medievais evidentes na *Introduction*”.

Percorrendo a reflexão de Sarton sobre a História da Ciência em sua obra *Introduction to the History and Philosophy of Science*, o autor esclarece a importância dessa disciplina, destacando a relação com a filosofia da ciência ou positivista. Entende que essa conexão reforça a relevância da História da Ciência como base natural para o conhecimento científico, promovendo a amplitude da aquisição dessa aprendizagem. Assim, vemos em Sarton (1921) a

reflexão sobre a dimensão da história da ciência para o desenvolvimento do conhecimento científico

A história da ciência não é importante somente enquanto a história de uma das mais elevadas atividades humanas, mas é ainda mais porque é a base natural para a filosofia da ciência e, de fato, de qualquer filosofia positivista. [...] Pois tão logo percebemos que nosso conhecimento da natureza e do homem não pode ser completa a menos que combinemos informações históricas com as científicas, a história da ciência se torna, por assim dizer, a pedra de toque de toda a estrutura. [...] O objetivo da introdução é fornecer uma prova completa dessas asserções, fazer uma pesquisa preliminar, fornecer ao estudante uma bibliografia sintética de todo o campo e uma chave mestra para seus problemas.

Nesse caminho encontra-se o propósito da obra de Sarton que é conceber condições de averiguar os contornos bibliográficos da ciência e oferecer acessos às investigações iniciais para que o entendimento dos fatos científicos se torne mais próximos do leitor ou pesquisador. Observa-se ainda, que o autor intercede a favor da ciência, destacando a importância do conhecimento positivo em relação aos outros desenvolvidos pelo ser humano, onde entende que essa aprendizagem se concebe de forma mais ampla e mais apurada.

Em *Introduction*, Sarton descreve os caminhos que o historiador da ciência deve percorrer na sua pesquisa, indicando a compreensão do contexto socio-científico da sua época, devido a ausência da perspectiva social, delineando os estágios de evolução com o intuito de prosseguir na sua pesquisa. Vemos a assertiva de Sarton nesse sentido que “é necessário que ele conheça a ciência de sua época a fim de investigar os primeiros estágios de seu desenvolvimento” (Sarton, 1957). Posteriormente, prosseguir “na sua pesquisa de modo a descobrir indutivamente as sequências lógicas ou soluções lógicas da continuidade nos argumentos e atividades que têm conduzido a humanidade de uma descoberta à outra, de cada nível científico a um mais elevado indefinidamente” (Sarton, 1957).

Na concepção desse autor, há alguns critérios para o desenvolvimento da história da ciência em uma disciplina autônoma. Assim, a sua abordagem se perfaz em Clagett (1957)

Para estabelecer a história da ciência como uma disciplina independente, nosso primeiro passo deve ser o de definir esses estudos, explicar cuidadosamente o conhecimento que eles implicam, os métodos que devem ser usados para promovê-los e finalmente, fazer um balanço do que já foi feito e chamar a atenção para o que resta a ser feito. Minha introdução será tal pesquisa preliminar.

Sarton esclarece que o historiador da ciência deverá esclarecer os estudos, delineando detalhadamente o conhecimento que será desenvolvido, observando e identificando os métodos a serem utilizados no progresso dela como disciplina. Afirma ainda que sua produção científica será concebida como instrumento de pesquisa para os estudantes e pesquisadores em história da ciência. Assim, esclarece ainda que sua obra terá o intuito de ser fonte de pesquisa para o

cientista em história da ciência, contribuindo para o crescimento e fortalecimento dessa disciplina.

Portanto, o autor analisa a comunidade dos cientistas que não entendem a importância da história da ciência, principalmente no processo de construção do conhecimento científico, onde os eventos anteriores são necessários para o desenvolvimento dos resultados atuais. Corroborando a visão de Sarton, vemos em Oliveira (2016) que “ele considera lamentável que muitos cientistas desconsiderem a relevância da pesquisa histórica sob a alegação de que o que existe de melhor na pesquisa antiga tenha sido já assimilado e incorporado na ciência de seus dias”. Assim, esse posicionamento vai de encontro com um critério significativo dentro da construção do conhecimento científico, que é o procedimento dos erros, um mecanismo essencial no processo do desenvolvimento humano. Sarton (1948) afirma que “a história dos erros é extremamente útil [...] porque ela nos ajuda a apreciar a evolução da verdade e porque nos capacita a evitar os mesmos erros no futuro”. Ao destacar esse procedimento dos erros, o autor esclarece um aspecto fundamental para a construção da ciência, que é o caminho para se chegar ao resultado. O historiador da ciência Pierre Duhem salientou para a relevância da história da ciência na formação científica do cientista, onde afirma “ao retrazar a longa série de erros e hesitações que precedem a descoberta de cada princípio, a história da ciência o coloca em guarda contra a falsa evidência” (Duhem, 1989). Nesse aspecto ele considera que o entendimento dos processos dos erros e hesitações através da história da ciência irá proporcionar ao estudante de ciências um entendimento real e o conduzirá à custódia em relação as comprovações científicas farsantes. Assim, aprenderão ciências através do método histórico.

Oliveira (2016) relata que segundo Sarton, “poucos cientistas e historiadores percebiam a importância do estudo da história da ciência e, por esse motivo, era necessário fornecer uma base para as pesquisas históricas ainda não existentes”. Assim, observa-se que os pesquisadores e historiadores necessitam entenderem que o conhecimento e o aprofundamento da história da ciência são relevantes para fornecer sustentação para as pesquisas.

George Sarton é mencionado em *A tensão essencial* por Kuhn (1977) em que concebe “o avanço científico como o triunfo da razão sobre a superstição primitiva”, relatando que Sarton entendia que a ciência é uma conquista surpreendente, onde se encontra em uma posição mais significativa do que a própria sociedade. Kuhn, analisa essa situação de forma diferente, entendendo que a comunidade e a ciência têm valores específicos e que cada uma contribui para o desenvolvimento da outra.

THOMAS KUHN

Nesse modo, Kuhn (2000) afirma que Sarton foi “certamente um grande homem, mas certamente um historiador *whig*”, compreendendo que o ser humano obteve a ciência como a melhor conquista de todo o período histórico e que ela se configura como um padrão a ser seguido. Kuhn questiona essa posição atentando para uma visão mais ampla desse processo, alertando que ciência e sociedade se entrelaçam no caminho do desenvolvimento.

Oliveira (2016) demonstra que “Kuhn não só não mencionou a obra de Sarton no seu livro de 1962, bem como buscou mostrar, em textos posteriores, a profunda distância que os separavam com relação às perspectivas históricas que moveram seus trabalhos”. Assim, nota-se o posicionamento de Kuhn em relação à Sarton, que se configura num intervalo entre o entendimento histórico entre ambos, no qual para Kuhn o historiador belga representava um contexto a-histórico.

Thomas Kuhn expõe o seu interesse pela filosofia da ciência no seu livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* (2011), no qual esclarece que “o que o motivou a estudar filosofia foi o contato com um curso experimental que “apresentava a ciência física para não cientistas” (Kuhn, 2011) na Harvard University quando realizou o curso de pós-graduação em física teórica. O autor afirma que esse curso o levou “a primeira exposição à História da Ciência” (Kuhn, 2011), proporcionando a abertura ao caminho de um estudo da ciência historicamente orientada.

Observamos a visão desse autor em relação a história, na qual ele afirma “se a história fosse vista como um repositório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina” (Kuhn, 2011). Nessa concepção, essa ciência tem uma característica evolutiva e cumulativa, onde se condiciona somente a coleção de fatos, teorias e métodos encontrados nos livros de disseminação das ciências. Assim, o historiador da ciência realizará uma atividade mecanicista, que seria a exposição dos fatos, fornecendo informações superficiais sobre o que, quem, quando ocorreram os episódios analisados.

Kuhn entende que a História da Ciência tem outra função além de acumular fatos, teorias e métodos. Para o autor, essa ciência terá o objetivo de investigar a evolução da construção do saber científico, averiguando os seus aspectos íntimos, como os erros e os acertos, com o intuito de entender alguns caminhos percorridos pelo desenvolvimento científico na identificação de suas nuances. Assim, podemos observar em Kuhn (2011)

Se a ciência é a reunião de fatos, teorias e métodos reunidos nos textos atuais, então os cientistas são homens que, com ou sem sucesso, empenharam-se em contribuir com um ou outro elemento para essa constelação específica. O desenvolvimento torna-se o processo gradativo através do qual estes itens foram adicionados, isoladamente ou em combinação, ao estoque sempre crescente que constitui o conhecimento e a técnica científicos. E a história da ciência torna-se a disciplina que registra tanto esses aumentos sucessivos como os obstáculos que inibiram sua acumulação. Preocupado com o desenvolvimento científico, o historiador parece então ter duas tarefas principais. De um lado deve determinar quando e por quem cada fato, teoria ou lei científica contemporânea foi descoberta ou inventada. De outro lado, deve descrever e explicar os amontoados de erros, mitos e superstições que inibiram a acumulação mais rápida dos elementos constituintes do moderno texto científico. Muita pesquisa foi dirigida para esses fins e alguma ainda é.

Contudo, para Kuhn considerar a história da ciência como um mecanismo de narrativa de fatos é um entendimento enganoso. Para o autor essa ciência prestará um serviço significativo ao meio científico a partir do momento que analisar os fatos relacionados às ciências de uma forma mais ampla e concreta, expondo o cotidiano da pesquisa.

Em contraposição à George Sarton, que entendia que a ciência tinha um caráter linear e cumulativo, Kuhn (1962) “considera que a história da ciência é marcada por rupturas, que podem representar a reformulação radical das bases de uma disciplina”. Contudo, Kuhn percebe que o conhecimento científico é concebido mediante fragmentações, com característica descontínua, exibindo diferentes fases, onde o autor identifica esses aspectos devido à relação da ciência com o meio social e político. Esses fatores intensificam as rupturas no desenvolvimento científico, que geram condições para que se configure novas possibilidades da ciência demonstrar a sua capacidade de auxiliar o ser humano no seu meio social. Esse autor entende que a composição de uma teoria científica se estabelece através de contribuições dos contextos históricos, como os aspectos sociais, políticos e econômicos.

Mas para Kuhn a escolha de uma teoria entre outras candidatas não depende exclusivamente da sua eficácia em solucionar problemas, outros fatores como simplicidade e até mesmo políticos influenciam essa escolha. Por este motivo, as teorias científicas obedecem mais a conveniência do que descrevem a realidade das coisas, que segundo Kuhn nunca será e nem precisaria ser alcançada. (Sousa Júnior, 2020).

Seguindo esse raciocínio de Kuhn, verifica-se que ele desenvolveu o conceito de paradigmas, que são “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modulares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (Kuhn, 2011). Os paradigmas são modelos teóricos consensuais que durante um certo tempo são universalmente aceitas pela comunidade científica, ocasionando surgimento de problemas e proporcionando respostas para alguns dilemas. Ele terá a função de conduzir a atividade em um campo específico, onde quando aprovado pela comunidade científica proporcionará um entendimento amplo do espaço e será um conjunto de leis próprias.

Os regulamentos do paradigma serão adotados no meio científico, dirimindo divergências teóricas entre pesquisadores, proporcionando uma direção nas investigações científicas na área em que o paradigma se configura. Ainda, esse aspecto proporciona uma referência na área onde as atividades dos pesquisadores se tornarão parâmetros para a sua comunidade científica.

Kuhn se tornou uma referência na historiografia da história da ciência, sendo que, além do paradigma, o autor esboçou todo o processo do desenvolvimento da ciência, descrevendo as suas fases: paradigma, ciência normal, ciência extraordinária, as revoluções.

Ciência normal “significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas” (Kuhn, 2011), que tem como suporte o paradigma no seu desenvolvimento com intuito em dinamizá-lo a novas propostas e de forma rígida. Assim, essa conexão do paradigma é o que define e descreve a ciência normal.

Os paradigmas são fundamentais para a atividade daquilo que Kuhn especifica como “ciência normal”, devido eles determinarem “implicitamente os problemas e métodos legítimos de um campo de pesquisa para as gerações posteriores de praticantes da ciência” (Kuhn, 2011).

Kuhn (2011) esclarece ainda sobre a importância do paradigma

A definição mais restrita de grupo científico tem outras consequências. Quando um cientista pode considerar um paradigma como certo, não tem mais necessidade, nos seus trabalhos mais importantes, de tentar construir o seu campo de estudos começando pelos primeiros princípios e justificando o uso de cada conceito introduzido. Isso pode ser deixado para os autores de manuais. Mas, dado o manual, o cientista criador pode começar sua pesquisa onde o manual a interrompe e desse modo concentra-se exclusivamente nos aspectos mais sutis e esotéricos dos fenômenos naturais que preocupam o grupo. Na medida em que fizer isso, seus relatórios de pesquisa começarão a mudar, seguindo tipos de evolução que têm sido muito pouco estudados, mas cujos resultados finais modernos são óbvios para todos e opressivos para muitos. Suas pesquisas já não serão habilmente incorporadas a livros como *Experiências... sobre a Eletricidade* de Franklin ou a *Origem das Espécies* de Darwin, que eram dirigidos a todos os possíveis interessados no objeto de estudo do campo examinado. Em vez disso, aparecerão sob a forma de artigos breves, dirigidos apenas aos colegas de profissão, homens que certamente conhecem o paradigma partilhado e que demonstram ser os únicos capazes de ler os escritos a eles endereçados.

O paradigma é essencial para ciência normal, devido poder direcionar as atividades ainda que não ocorra acordo entre os integrantes de uma comunidade mediante os regulamentos originados do paradigma. Contudo, identificadas as discordâncias entre os membros de grupo científico, o paradigma terá prevalência na definição da pesquisa. Assim, os historiadores da ciência terão uma direção na condução das suas investigações, desenvolvendo o que Kuhn denomina de ciência normal.

Bombassaro (1995) elucida sobre o objetivo da ciência normal

[...] O principal interesse da ciência normal é o aperfeiçoamento do paradigma, que consiste na determinação de fatos significativos, na harmonização dos fatos com a teoria e na articulação da teoria. Segundo Kuhn, esse trabalho de aperfeiçoamento do paradigma, ilustrado com a expressão 'operação de limpeza', tem uma importância

decisiva para o desenvolvimento da pesquisa científica, porque produz uma descrição profunda do âmbito investigado.

Observa-se a importância da ciência normal no propósito de promover o aprimoramento do paradigma, onde serão definidos os temas importantes a serem abordados nas investigações, desenvolvendo um equilíbrio dos fatos com a teoria. Kuhn se refere à “operação de limpeza”, onde tem a intenção de analisar que no decorrer das pesquisas surgem algumas anormalidades que com o desenvolvimento da pesquisa científica serão resolvidos.

Vemos que a ciência normal se desenvolve na função de resolver quebra-cabeça, conforme corrobora Kuhn (2006) “a existência dessa sólida rede de compromissos ou adesões – conceituais, teóricas, metodológicas e instrumentais – é a fonte principal da metáfora que relaciona ciência normal à resolução de quebra-cabeças”.

Porém, quando o paradigma começa a ter dificuldade de resolver o “quebra-cabeça” de forma estável, ou seja, quando a estrutura de determinada natureza de pesquisa científica necessita ser integralmente ou relativamente modificada, encontra-se no período das anomalias da ciência normal. Inicia o processo de transição da ciência normal para a ciência extraordinária. Será um período em que as anomalias questionarão o paradigma determinando a discussão de nova linha de pesquisa, onde surgirão propostas de novos conceitos.

Apesar das existências das anomalias, constituindo o período da ciência extraordinária, os pesquisadores não abandonaram o paradigma que está sendo questionado. Continuarão utilizando o paradigma que proporciona sustentação à sua linha investigativa, mesmo com as suas objeções. A conversão ao novo paradigma somente ocorrerá a partir da aceitação dele na comunidade científica. Kuhn (2011) nos esclarece sobre essa transição

Suponhamos que as crises são uma pré-condição necessária para a emergência de novas teorias e perguntemos então como os cientistas respondem à sua existência. Parte da resposta, tão óbvio como importante, pode ser descoberta observando-se primeiramente o que os cientistas jamais fazem, mesmo quando se defrontam com anomalias prolongadas e graves. Embora possam começar a perder a fé e a considerar outras alternativas, não renunciam ao paradigma que os conduziu à crise. Por outra: não tratam as anomalias como contra-exemplos do paradigma, embora, segundo o vocabulário da filosofia da ciência, essas sejam precisamente isso. Em parte, essa nossa generalização é um fato histórico [...]. Isso já sugere o que o nosso exame da rejeição de um paradigma revelará de uma maneira mais clara e completa: uma teoria científica, após ter atingido o status de paradigma, somente é considerada inválida quando existe uma alternativa disponível para substituí-la. Nenhum processo descoberto até agora pelo estudo histórico do desenvolvimento científico assemelha-se ao estereótipo metodológico da falsificação por meio da comparação direta com a natureza. Essa observação não significa que os cientistas rejeitem teorias científicas ou que a experiência e a experimentação não sejam essenciais ao processo de rejeição, mas que - e este será um ponto central - o juízo que leva os cientistas a rejeitarem uma teoria previamente aceita baseia-se sempre em algo mais do que essa comparação da teoria com o mundo. Decidir rejeitar um paradigma é sempre decidir simultaneamente aceitar outro e o juízo que conduz a essa decisão envolve a comparação de ambos os paradigmas com a natureza, bem como sua comparação mútua.

O trecho anterior suscita o entendimento de que “rejeitar um paradigma sem simultaneamente substituí-lo por outro é rejeitar a própria ciência” (Kuhn, 2011). Assim, os pesquisadores destinarão o seu foco nas investigações no intuito de pesquisar as anomalias para encontrar soluções a esse conflito. Portanto, na medida em que as novas teorias originadas pela resolução das anomalias vão adquirindo confiança da comunidade científica, caminha-se para o que se denomina de paradigmas emergentes.

Quando os pesquisadores se encontrarem na ciência extraordinária ocorrerá uma atividade considerável para resolver as desavenças proporcionadas às anomalias. Nessa fase, acontecerão discórdias quantos às regras e mecanismos de enfrentar os problemas. Assim, sucederão situações ambíguas até o momento em que o paradigma perderá sua força no contexto científico. Kuhn (2011) demonstra os caminhos percorridos no período da ciência extraordinária

Quando [...] uma anomalia parece ser algo mais do que um novo quebra-cabeça da ciência normal, é sinal de que se iniciou a transição da crise para a ciência extraordinária. A própria anomalia passa a ser mais comumente reconhecida como tal pelos cientistas. Um número cada vez maior de cientistas do setor passa a dedicar-lhe uma atenção sempre maior. Se a anomalia continua resistindo à análise (o que geralmente não acontece), muitos cientistas passam a considerar sua resolução como o objeto de estudo específico de sua disciplina. Para esses investigadores a disciplina não parecerá mais a mesma de antes. Parte dessa aparência resulta pura e simplesmente da nova perspectiva de enfoque adotada pelo escrutínio científico. Uma fonte de mudanças ainda mais importante é a natureza divergente das numerosas soluções parciais que a atenção concentrada tornou disponível. Os primeiros ataques contra o problema não-resolvido seguem bem de perto as regras do paradigma, mas, com a contínua resistência, a solução, os ataques envolverão mais e mais algumas articulações menores do paradigma (ou mesmo algumas não tão inexpressivas). Nenhuma dessas articulações será igual; cada uma delas será bem-sucedida, mas nenhuma tão bem-sucedida para que possa ser aceita como paradigma pelo grupo. Através dessa proliferação de articulações divergentes (que serão cada vez mais frequentemente descritas como adaptações *ad hoc*), as regras da ciência normal tornam-se sempre mais indistintas. A esta altura, embora ainda exista um paradigma, constata-se que poucos cientistas estarão de acordo sobre qual seja ele. Mesmo soluções-padrão de problemas que anteriormente eram aceitas passam a ser questionadas.

Esse período crítico da ciência extraordinário finalizará após percorrer três fases. A primeira, os pesquisadores descobrem uma maneira de relacionar o paradigma às anomalias, finalizando a crise. Consequente, os cientistas entendem que os problemas não poderão ser resolvidos. Assim, essa situação poderá ser considerada com um fator especial e ser legado às próximas gerações. Finalmente, a crise acabará com a necessidade de um novo aspirante a paradigma e resultar em uma revolução científica.

KARL POPPER

No contexto da Filosofia e História da Ciência, é fundamental analisarmos os debates estabelecidos entre Karl Popper e Thomas Kuhn, pois suas contribuições foram determinantes para a evolução do pensamento científico. Suas ideias proporcionaram novas perspectivas sobre o desenvolvimento da ciência, influenciando não apenas a epistemologia, mas também a forma como o ensino de ciências pode ser estruturada. Nesse sentido, compreender suas abordagens permite ampliar o conhecimento sobre a construção do saber científico e suas implicações no ensino.

Karl Popper desenvolveu sua epistemologia em oposição às concepções do Círculo de Viena, que defendia a verificabilidade empírica como critério fundamental para a demarcação do conhecimento científico. Os positivistas lógicos desse círculo enfatizavam que a ciência deveria se basear na observação e na indução, buscando a verificação dos enunciados por meio de procedimentos empíricos rigorosos. No entanto, Popper argumentava que a lógica indutivista era insuficiente para diferenciar o conhecimento científico de sistemas metafísicos ou pseudocientíficos. Segundo ele, "ela não proporciona conveniente sinal diferenciador do caráter empírico, não-metafísico, de um sistema teórico; em outras palavras, consiste em ela não proporcionar adequado 'critério de demarcação'" (Popper, 2008).

Diante dessa limitação, Popper propôs o princípio da falseabilidade como critério de demarcação da ciência. Em sua visão, uma teoria científica não deve ser avaliada apenas pela sua capacidade de ser verificada empiricamente, mas sim por sua suscetibilidade à refutação. Ou seja, uma teoria só pode ser considerada científica se puder ser submetida a testes rigorosos que tenham o potencial de falseá-la. Como ele afirma, "não pode haver, em Ciência, enunciado insuscetível de teste e, conseqüentemente, enunciado que não admita, em princípio, refutação pelo falseamento de algumas das conclusões que dele possam ser deduzidas" (Popper, 2008).

Para Popper, o progresso da ciência ocorre por meio de um processo contínuo de conjecturas e refutações. Ele enfatiza que "o procedimento mais racional é o método das tentativas – da conjectura e da refutação. Precisamos propor teorias, ousadamente; tentar refutá-las; aceitá-las tentativamente, se fracassarmos" (Popper, 2008). Dessa forma, a ciência avança não pela acumulação de verdades absolutas, mas pela substituição de teorias falseadas por outras mais abrangentes e coerentes com as evidências disponíveis. Esse modelo propõe uma visão dinâmica da ciência, onde o conhecimento é sempre provisório e sujeito a revisões contínuas.

A abordagem popperiana contrasta fortemente com a visão de Thomas Kuhn, que argumenta que o desenvolvimento da ciência não ocorre apenas por meio da refutação de teorias, mas sim pela alternância entre períodos de ciência normal e revoluções científicas. Segundo Kuhn, a ciência normal opera dentro de um paradigma aceito pela comunidade científica, sendo esse paradigma responsável por orientar as pesquisas e interpretações dos dados. No entanto, quando anomalias se acumulam a ponto de tornar-se insustentável o paradigma vigente, ocorre uma crise que pode levar a uma revolução científica, resultando na adoção de um novo paradigma.

Ao incorporar essas discussões ao ensino de ciências, é possível estimular um pensamento mais crítico e reflexivo entre os estudantes, permitindo que compreendam a ciência não como um conjunto de verdades absolutas, mas como um processo em constante construção e revisão. A interação entre as ideias de Popper e Kuhn oferece um arcabouço teórico fundamental para compreender a evolução do conhecimento científico e seu impacto na sociedade. Assim, ao integrar essas perspectivas no ensino, possibilita-se um aprendizado significativo e alinhado com a natureza dinâmica da ciência.

A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Existe a necessidade de promover a evolução do pensamento crítico e criativo no contexto da educação científica nos níveis educacionais. Assim, há o intuito de capacitar o estudante para as inovações científicas e tecnológicas que permeiam a sociedade atual. Contudo, a visão e a demanda nessa circunstância se fazem no caminho de junção entre as temáticas científicas e as suas finalidades sociais. Necessário se faz ir além na aquisição do aluno de temas específicos na formação científica, sendo que, é importante que esse estudante consiga se aperfeiçoar na habilidade de entender que esse conteúdo científico contém um contexto social, econômico, político e ambiental que conduz o seu desenvolvimento. Portanto, observamos o mesmo entendimento em Brasil PCN's (2002 a e b) “isso envolve reflexões sobre o papel da escola, as metodologias adequadas para o processo de ensino/aprendizagem, bem como sobre os conteúdos que concorrem para tais objetivos”.

A urgência em trabalhar os conteúdos científicos é devido à necessidade de proporcionar ao estudante a cidadania do século XXI, na qual ele se condicionará a um perfil crítico e habilidade em utilizar os conhecimentos científicos de acordo com as suas necessidades cotidianas. Com isso, o ensino de ciência proporciona a relação entre os conhecimentos e com a história da ciência. Essa dinâmica se tornará mais clara e acessível,

conforme Santos (1999) nos demonstra “não se trata de negligenciar a Educação em Ciências, mas em agregar aos conteúdos específicos, os seus aspectos metacientíficos, formativos e culturais, ou seja, buscando uma Educação em, sobre e pela Ciência”.

Dentre as diversas abordagens possíveis sobre a ciência – por exemplo, questões sociais, metodológicas, econômicas, políticas, ambientais – “os usos da História e da Filosofia da Ciência (HFC) na educação científica vem sendo recomendado como um recurso útil para uma formação de qualidade, especialmente visando o ensino/aprendizagem de aspectos epistemológicos da construção da ciência” (Abd El Khalick; Lederman, 2000; Bell et al., 2001; Forato et al., 2008; Gil Perez et al., 2001; Holton, 2003; Lederman, 2007; Martins, 2007; Mccomas et al., 1998; Medeiros; Bezerra-Filho, 2000).

É relevante ao estudante entender que a ciência é um processo de desenvolvimento humano, onde verifica-se a necessidade de adotar a história da ciência como mecanismo de aprendizagem para debater os aspectos da natureza da ciência. Arduriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009) corroboram essa ideia de

que relatos de episódios históricos cuidadosamente reconstruídos configuram-se modelos de natureza da ciência de cada contexto sócio-histórico-cultural, e podem conferir significado às noções epistemológicas abstratas desvendando os diferentes processos que levaram à construção de conceitos.

Nesse caso, observa-se que a História da Ciência se condiciona no propósito de auxiliar o estudante na sua formação básica científica, como por exemplo, entender o caminho da edificação sócio-histórica do conhecimento científico. Ela mostrará ao aluno que a ciência se produz dentro dos meios sociais e econômicos, com o objetivo de proporcionar respostas aos anseios da sociedade. Gil-Perez e colaboradores (2001) “defendem que as visões que os professores têm sobre o trabalho científico, conduzem sua prática educativa, refletindo implícita ou explicitamente suas concepções sobre a natureza da ciência”. Com isso, observa-se a carência de se relacionar a História da Ciência no ensino de ciências, para que, tanto o professor, quanto o estudante de ciências entendam que o campo científico não se desenvolve de maneira isolada, com os dogmas, mitos e saberes intransponíveis.

Para Chevallard (1991) “se a ciência é entendida como uma atividade humana desenvolvida em um dado contexto sociocultural, a construção dos saberes escolares também é concebida como um processo contextualizado, influenciado por inúmeros elementos do seu entorno sociopolítico-cultural”. Assim, Forato, et al. (2011) entendem que

Nessa perspectiva, aqui defendida, não é possível separar essas quatro instâncias: (i) a visão que se tem da ciência; (ii) a concepção sobre os processos históricos e sociais de

sua construção; (iii) os elementos que guiam a seleção dos saberes escolares; e (iv) os pressupostos que guiam os métodos de seu ensino e aprendizagem.

Nessa visão constata-se que no Brasil a visão sobre a importância da História da Ciência no desenvolvimento da aprendizagem no ensino de ciências se configurou no século XX na LDB (Lei nº 9.394/96) em seu artigo 22 que preconiza “que a educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”.

Ainda nesse sentido, encontramos entendimentos similares em documentos que conduzem a educação nacional, como os PCNs, que preconiza um entrelaçamento entre o ensino de ciências e a História da Ciência na condução da atividade pedagógica das ciências da natureza. Neste sentido, “é interessante a introdução mais frequente de tópicos de História da Ciência como parte de estudos da área, como, por exemplo, as explicações de Descartes e Harvey a respeito da circulação sanguínea dentro de estudos sobre o organismo humano” (Brasil/PCN’s, 1998).

A visão que se tem de ciência, na educação básica, é que se desenvolve de uma forma bem distante do contexto social. Os estudantes, não conseguem visualizar que esse processo é algo inerente ao seu desenvolvimento pedagógico, devido ao procedimento de transmissão do conhecimento que é realizado no seu contexto educacional. Portanto, essa leitura equivocada por parte dos personagens da educação, professores e alunos, será importante para melhorar a relação entre o ensino de ciência e a História da Ciência, conforme o que preconiza os documentos norteadores da educação básica no Brasil. Zanetic (2005) destaca que esse processo de ensino na maioria das vezes “[...] se restringe à memorização de fórmulas aplicadas na solução de exercícios típicos de exames vestibulares”. A proposta de aproximação entre o ensino de ciências, nesse caso, a Física e o contexto social mediante a adoção da História da Ciência favoreceria a construção de uma educação problematizadora, crítica, ativa, engajada na luta pela transformação social.

Ocorre que alguns alunos conseguem aprender algum conteúdo nas aulas de ciências, conseguindo resolver algumas atividades propostas no momento da aula. Contudo, em uma nova situação de aprendizagem, em novas propostas de atividades ou de utilização desse conhecimento em seu cotidiano, ficarão impossibilitados de utilizar esses conhecimentos devido ao fato de não terem significado em seu cotidiano. Isso demonstra que não ocorreu uma aprendizagem significativa. O intuito é que o estudante se torne proprietário do conhecimento,

como nos demonstra Robillota (1998), “o ensino não parece levar os estudantes a serem proprietários do conhecimento. É como se, depois de muito estudo, esses alunos fossem não mais do que portadores de um saber cujos donos seriam os professores, os livros ou a escola”.

Esse modelo de aprendizagem de conduzir os estudantes a um ensino de ciências descontextualizado promove a predominância da proposta histórica positivista, que expõe a ideia de uma “verdade”, um discurso dos vencedores e dos “donos da verdade”. A conexão entre a historiografia positivista e o ensino tradicional de ciências favorece a aprendizagem no padrão acrítico e a-histórico, conforme nos apresenta Alvim; Zanotello (2014)

Tanto na historiografia positivista das ciências quanto no ensino tradicional de ciências, comumente notamos que a importância em se conhecer o passado reside na busca pela verdade, pelo conhecimento vencedor. Entretanto, acreditamos que a fecundidade da reflexão histórica sobre o conhecimento humano reside menos na apresentação das teorias e personalidades que obtiveram sucesso, e mais na potencialidade que a história das ciências possui em analisar a produção de um dado conhecimento, a partir de sua relação com o contexto social, cultural, intelectual, religioso e político-econômico no qual este conhecimento foi engendrado e desenvolvido, fomentando uma postura crítica e reflexiva sobre o fazer científico.

A intenção dessa discussão é a percepção que a conexão entre o ensino de ciência e a História da Ciência poderá contribuir para um aprendizado significativo ao estudante. Portanto, identifica-se uma movimentação relevante em abordagens mais abrangentes no desenvolvimento do ensino de ciências, a qual propõe um processo de construção de saberes conectados à História da Ciência não de análise de produtos finais, como ocorre atualmente.

Alguns autores defendem a História da Ciência como uma via de constituição crítico-transformadora que possibilita ao professor uma interação mais ativa com o estudante, através do diálogo, se posicionar e se expressar em opiniões efetivas. Moura (2012), entende que a relação entre a Física e a História da Ciência contribui para que o professor estabeleça um aprendizado mais contextualizado e concreto ao aluno, onde

O professor de Física crítico-transformador aprende e ensina, é ciente de sua posição no contexto histórico, e entende a Ciência como empreendimento humano e cultural de uma sociedade. Um professor que compreende sua força para criticar, mudar e transformar a Educação e entende a escola como um local de aprendizado, de troca e construção de ideias, de desenvolvimento pessoal, profissional e político. (Moura, 2012)

Assim, a História da Ciência procura desenvolver uma avaliação mais contextualizada da atividade científica e seus efeitos na sociedade, ciência e tecnologia. O objetivo é superar a visão historiográfica positivista, que propõe relatos cronológicos e resumos de feitos de cientistas gênios. A proposta é que o estudante veja que na ciência existe um processo histórico, social e cultural no seu processo produtivo, onde os seus resultados são frutos das necessidades

humanas. Portanto, essa corrente, “[...] pauta-se pela valorização da dimensão cultural dos estudos históricos sobre a ciência, ou seja, suas práticas, representações, significados, instituições, contradições e contextos próprios.” (Alvim; Zanotello, 2014).

Contudo, a proposta da história da ciência conectada ao ensino de ciências visa desenvolver a capacidade crítica do estudante. Ele deixará de ser coadjuvante no processo de ensino, um mero expectador de “repasso” de fórmulas e teorias, para se conectar a um processo de conhecimento que o proporcione entender o “porquê, quando, como, onde” esses conceitos, teorias, fórmulas etc., se desenvolveram. Assim, o aluno verá que os “gênios cientistas” foram, na verdade, atores do processo de desenvolvimento científico.

[...] com essa abordagem historiográfica, o foco da análise a ser implementada desloca-se do estudo das grandes ideias e dos cientistas que estabeleceram grandes teorias, para um estudo que considere as ações produzidas pelos diferentes atores da ciência. Incluem-se, então, no estudo histórico da ciência, as práticas em torno dos instrumentos e técnicas usadas nos laboratórios [...]. (Mody, 2015, apud Moura, 2016).

É importante entendermos que o estudo da história da ciência oferecerá caminhos para um aprendizado mais efetivo e concreto ao estudante de ciências, dando a ele condições de participar verdadeiramente do ensino-aprendizagem e da construção do conhecimento científico.

A visão que se tem de ciência, dentro do ensino fundamental e médio, é que se desenvolve de uma forma bem distante do contexto social. Os estudantes, não conseguem visualizar que esse processo é algo inerente ao seu desenvolvimento pedagógico, devido ao procedimento de transmissão do conhecimento que é emergido no seu contexto educacional. Portanto, essa leitura equivocada por parte dos personagens da educação, professores e alunos, será rompida mediante a relação entre o ensino de ciência e a história das ciências, conforme o que preconiza os documentos norteadores da educação básica no Brasil.

A CONTRIBUIÇÃO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Diante do que foi abordado nesse artigo, os primeiros passos e a importância da história da ciência no ensino de ciência, é necessário refletir sobre a contribuição da história da ciência no ensino de ciências.

O uso da História da Ciência (HC) no ensino de ciências oferece uma abordagem rica e envolvente para os alunos, como destacado por Mathews (1992), “motiva e deixa os alunos interessados, combate a neutralidade da ciência, humanizando a matéria, melhora a

compreensão dos conteúdos uma vez que contextualiza suas produções e confronta a fixidez da ciência”. Ao incorporar a história, a ciência é apresentada de forma mais humana e contextualizada, o que tem diversas vantagens: motivação e interesse, ao relatar a história dos grandes feitos científicos, incluindo os desafios, debates e até erros cometidos, os estudantes ficam mais engajados. A ciência deixa de ser um conjunto de fatos e passa a ser vista como uma narrativa em evolução; humanização da ciência, ou seja, a ciência, muitas vezes apresentada como neutra e distante, ganha uma face mais acessível e humana. Mostra-se que é uma construção social, feita por pessoas com suas próprias limitações, crenças e influências culturais. Isso combate a ideia de que a ciência é completamente objetiva e desvinculada da sociedade; compreensão contextualizada, que ao entender o contexto histórico em que as descobertas ocorreram, os alunos conseguem ver o conhecimento científico de forma mais integrada. Isso ajuda na compreensão dos conceitos científicos, que passam a ser vistos como frutos de uma evolução intelectual, em vez de verdades absolutas; superação da fixidez da ciência, sendo que, a história da ciência também revela que a ciência está em constante mudança. Ela não é um conjunto fixo de verdades imutáveis, mas uma disciplina dinâmica que evolui conforme novas descobertas e questionamentos surgem.

Além disso, Osborne (2015) afirma que “conhecer a História da Ciência pode melhorar o pensamento crítico dos alunos, pois eles aprendem sobre as falhas e sucessos das teorias científicas passadas. Isso incentiva a reflexão sobre o método científico e a avaliação de evidências”. Assim, a História da Ciência proporciona aos alunos uma visão crítica, mostrando que o método científico está imerso em contextos sociais, políticos e econômicos. Reconhecer que a ciência pode ter erros e acertos é parte essencial do processo de construção do conhecimento científico.

A contribuição da História da Ciência no ensino de ciência é abundante. Mosley e Gribbin (2011) destacam sobre o papel inclusivo da HC que “a História da Ciência pode revelar contribuições de cientistas de diferentes origens, ajudando a promover uma visão mais inclusiva e diversificada da ciência”. Isso promove uma compreensão mais ampla e representativa da ciência, refletindo a diversidade dos contribuintes ao longo da história. Essa abordagem contextualizada permite que os alunos enxerguem a ciência de forma mais crítica e reflexiva, aproximando-os do processo científico e tornando-os mais propensos a se envolverem ativamente.

A reflexão sobre a integração da história da ciência no ensino de ciências no Brasil também tem sido amplamente discutida, como apontam autores como Martins (1990) e Charbel

El-Hani (2006). Eles defendem que essa abordagem vai além da simples transmissão de conhecimento técnico e oferece uma dimensão mais rica e completa para a educação científica. De acordo com Martins (1990), a inclusão da história da ciência nas aulas cumpre dois papéis principais, “contrabalançar os aspectos puramente técnicos de uma aula, agregando subsídios humanos, culturais e sociais e fornecer uma nova visão sobre ciência e cientista, através da biografia de cientistas”. Ao inserir elementos humanos, culturais e sociais, a história da ciência ajuda a complementar o caráter técnico das aulas de ciências, enriquecendo-as e conectando-as com a experiência humana ao utilizar biografias de cientistas e explorar suas trajetórias, as aulas proporcionam uma visão mais acessível e realista da ciência, mostrando-a como uma atividade humana sujeita a erros, desafios e influências externas. El-Hani (2006) amplia essa reflexão,

É preciso enfatizar, ainda, que não se trata somente de incluir uma abordagem dos processos de construção do conhecimento científico no Ensino de Ciências, mas de considerá-los no contexto histórico, filosófico e cultural em que a prática científica tem lugar [...] Abordagens contextuais têm sido propostas com o intuito de mudar os currículos de Ciências, em todos os níveis de ensino propondo-se que elas podem contribuir para (i) humanizar as ciências, conectando-as com preocupações pessoais, éticas, culturais e políticas; (ii) tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e estimular o desenvolvimento de habilidades de raciocínio e pensamento crítico; (iii) promover uma compreensão mais profunda e adequada dos próprios conteúdos científicos [...].

Assim, essa abordagem contextual reforça a ideia de que o ensino de ciências pode ser muito mais do que a transmissão de informações técnicas. Ele pode promover uma visão crítica e reflexiva da ciência, desenvolvendo nos alunos uma compreensão mais ampla e significativa.

Nas últimas décadas, observa-se um crescente interesse pelo desenvolvimento da história da ciência no Brasil, especialmente devido à percepção de pesquisadores e educadores sobre a importância de relacionar o conhecimento científico com aspectos históricos, econômicos, sociais e políticos. Esse esforço visa aprimorar a compreensão dos alunos sobre a ciência em um contexto mais amplo. Segundo Ribeiro e Santos (2018), a evolução do ensino da história da ciência no Brasil é marcada por um movimento que ganhou força nas últimas décadas do século XX e início do século XXI. Eles afirmam:

No Brasil, a integração da história da ciência no currículo escolar começou a ganhar força principalmente nas últimas décadas do século XX e início do século XXI. A inclusão da história da ciência no ensino de ciências foi motivada por uma busca por práticas pedagógicas que melhorassem a compreensão e o engajamento dos alunos com a ciência (Ribeiro; Santos, 2018,).

Nesse cenário, diversos pesquisadores têm se empenhado em conectar a história da ciência aos currículos escolar e universitário, com o objetivo de identificar abordagens pedagógicas e recursos didáticos que facilitem a contextualização dos conhecimentos

científicos. Carvalho e Silva (2017) “reforçam essa tendência ao destacar que diversos pesquisadores brasileiros têm trabalhado para integrar a história da ciência no currículo escolar e universitário, desenvolvendo métodos pedagógicos e recursos didáticos que ajudam a contextualizar os conceitos científicos”.

Esses esforços representam um avanço significativo na tentativa de aproximar os estudantes do conhecimento científico, tornando-o mais acessível e conectado à realidade histórica e social na qual está inserido. Com o objetivo de concretizar a inclusão da história da ciência nos currículos escolares e universitários, diversos projetos educacionais já estão sendo desenvolvidos em instituições de ensino. Esses projetos buscam avaliar a contribuição da história da ciência como parte integrante do ensino de ciências. Almeida e Oliveira (2019) esclarecem:

Alguns projetos educacionais e experimentos em escolas e universidades têm sido realizados para testar e avaliar a eficácia da inclusão da história da ciência no currículo. Esses projetos muitas vezes envolvem a colaboração entre educadores, historiadores da ciência e cientistas.

Essas iniciativas têm como foco não apenas testar a viabilidade da inclusão, mas também identificar métodos pedagógicos que possam ser replicados em diferentes contextos educacionais, visando melhorar o ensino de ciências por meio de uma abordagem histórica.

No entanto, a efetivação da história da ciência no ensino de ciências enfrenta alguns desafios importantes, como a formação de professores e a resistência a mudanças nos currículos. Gomes e Mota (2020) ressaltam:

A implementação da história da ciência no ensino de ciências enfrenta vários desafios, incluindo a formação de professores e a resistência a mudanças curriculares. No entanto, as perspectivas futuras indicam um aumento no reconhecimento da importância desse enfoque e um avanço gradual na prática pedagógica.

Apesar desses obstáculos, há uma crescente conscientização sobre o valor dessa abordagem, o que sugere um progresso contínuo na adoção da história da ciência como uma ferramenta pedagógica essencial para o ensino de ciências.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das contribuições de renomados historiadores da ciência, como George Sarton, Thomas Kuhn e Karl Popper, é fundamental para compreender o desenvolvimento da

história da ciência tanto como ciência quanto como disciplina acadêmica. Cada um desses autores, com suas reflexões e teorias, destacou aspectos relevantes sobre a importância da história da ciência no contexto do avanço científico, enfatizando diferentes perspectivas sobre o papel da história no desenvolvimento do conhecimento científico.

George Sarton, considerado um dos fundadores da história da ciência como disciplina autônoma, buscou estabelecer uma abordagem sistemática e cronológica, enfatizando a progressão contínua do conhecimento científico ao longo do tempo. Thomas Kuhn, por sua vez, revolucionou a compreensão da ciência ao introduzir o conceito de paradigmas e revoluções científicas, destacando que o progresso científico ocorre de maneira descontínua e por meio de rupturas paradigmáticas. Karl Popper, focado na lógica do conhecimento científico, contribuiu com a ideia de falseabilidade como estratégia de demarcação entre ciência e pseudociência, promovendo uma visão crítica e dinâmica do desenvolvimento científico.

Esses aspectos históricos, integrados ao processo científico, são essenciais para compreender a ciência como um agente social e cultural, cuja evolução está profundamente interligada às transformações da sociedade. Tal perspectiva contribui para reduzir a aparente distância entre a ciência e os seres sociais, ao demonstrar que o desenvolvimento científico é também um processo humano e coletivo.

Nesse sentido, a compreensão da importância da história da ciência no ensino de ciências é fundamental para desconstruir a visão engessada da ciência como algo distante e inacessível. Ao integrar elementos históricos no ensino, é possível promover um entendimento mais amplo e eficiente do processo científico, permitindo que os estudantes percebam a ciência como uma construção social que reflete as dinâmicas culturais, políticas e econômicas de seu tempo. A abordagem histórica, portanto, não só enriquece o ensino de ciências, como também contribui para a formação de indivíduos mais críticos e conscientes sobre o papel da ciência na sociedade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.T.;e **OLIVEIRA, S.P.** Projetos educacionais para a inclusão da história da ciência no currículo. Inovações pedagógicas no ensino de ciências, p. 57-82. 2019.

ALVIM, M. H.; **ZANOTELLO, M.** História das Ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. Revista Brasileira de História da Ciência, v. 7, p. 349-359, 2014.

ARDURÍZ-BRAVO, A.; **IZQUIERDO-AYMERICH, M.** A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. Science & Education, v.18, p. 1177-1192, 2009.

BERNARD COHEN, I. George Sarton. Isis, v. 48, n. 3, p. 286-300, 1957.

BOMBASSARO, L. C. Ciência e mudança conceitual: Notas sobre o pensamento de Thomas Kuhn. Porto Alegre: PUCRS, 1995.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997

CARVALHO, M.L. ; SILVA, F.R. A integração da história da ciência no currículo escolar e universitário: métodos pedagógicos e recursos didáticos. Educação e ciência: Abordagens interdisciplinares. p. 102-130. 2017.

CASTRO. R. S. de, História da Ciência: Investigando como Usá-La num Curso de Segundo Grau Cad. Cat. Ens. Fís .v. 9, n. 3, p.225-237. 1992.

CLAGETT, M. George Sarton: Historian of Medieval Science. Isis, v. 48, n. 3, p. 320-322, 1957, p. 322.

EL-HANI, C. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, Cibelle (org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para a aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 3-21, 2006.

GOMES, C.M.; **MOTA, G.F.** Desafios e perspectivas para a melhoria da história da ciência no ensino de ciências. Educação em ciências: Tendências e desafios p. 143-167, 2020.

JENKINS, E. The history of Science in British school: retrospecto and prospect. Pp. 33-41, in MATTHEWS, Michael R. History, philosophy, and science teaching: selected readings. Toronto: OISE Press / Teachers College Press, 1991.

KUHN, T. S. A Estrutura das Revoluções Científicas. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2011.

KUHN, T. S. A estrutura das revoluções científicas. Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. Ed. 9. São Paulo: Perspectiva, 2006.

KUHN, T. S. A tensão essencial: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica. Tradução Marcelo Amaral Penna-Forte. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

KUHN, T. A Estrutura das Revoluções Científicas. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira (1962/1970). São Paulo: Ed. Perspectiva, 1987.

KUHN, T. S. The Road since Structure. Chicago: University of Chicago, 2000, p. 282.

MARTINS, R. Sobre o papel da história da ciência no ensino. Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência, v. 9, p. 3-5, 1990.

MATTHEWS, M. History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. Science & Education, v.1, p. 11-48, 1992.

MODY, C. C. M. Scientific Practice, Science Education, 2015. Apud, MOURA, C. R.; GUERRA, A. História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? Revista Brasileira de pesquisa em educação em Ciências, v. 16. n. 3. p. 725-74, 2016.

MOSLEY, M.; GRIBBIN, J. R. The History of Science: A Beginner's Guide. Oxford: OneWorld Publications, 2011. p. 78-102

MOURA, B. A. Formação crítico-transformadora de professores de Física: uma proposta a partir da História da Ciência. 2012, Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

OSBORNE, J. Science as a Way of Knowing: The Foundations of Modern Science and Its Implications for Education. New York: Oxford University Press, 2015. p. 92-118.

RIBEIRO, A.L.; SANTOS, P.F. A inserção da história da ciência no currículo escolar brasileiro: Desafios e perspectivas. Práticas pedagógicas no ensino de ciências: Reflexões e abordagens. p. 102-130, 2018.

RIBEIRO, J. C.; SANTOS, A. P. História da Ciência e Ensino de Ciências: Uma Revisão das Contribuições no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Acadêmica, 2018. p. 67-89.

ROBILLOTA, M. R. O cinza, o branco e o preto – da relevância da história da ciência no ensino de Física. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.5 p.7-22, 1988.

SHERRAT, W. J. History of science in the science curriculum: na historical perspective. Part I. Early interest and roles advocated. The School Science Review v.64, n.227, p: 225-236, 1982.

SOUSA JUNIOR, F. de A. L. Meio Material: Um Paradigma Mecanicista. História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces v.22, p. 86-100, 2020.

ZANETIC, J. Física e Cultura. Ciência & Cultura, v. 57, p.21-24, 2005.

ZILSEL, E. As raízes sociais da ciência. In Khronos, Revista de História da Ciência, n. 6, dez. p. 113 – 116. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>.

4.- ARTIGO II – O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E SUAS APLICAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS

RESUMO

Este artigo tem como foco o Ensino por Investigação, explorando suas origens e evolução, com ênfase especial no educador norte-americano John Dewey. Considerado um dos principais precursores dessa abordagem, Dewey defendeu que a aprendizagem se torna mais significativa quando os estudantes são estimulados a questionar, refletir e participar ativamente do processo educativo. Seu pensamento influenciou profundamente o ensino nos Estados Unidos e, posteriormente, em diversos países ao redor do mundo. Também analisamos o percurso do Ensino por Investigação no Brasil, destacando as políticas públicas, leis educacionais, instituições e materiais didáticos que contribuíram para a consolidação dessa proposta no contexto do ensino de Ciências. Esse cenário foi fundamental para ampliar e fortalecer práticas pedagógicas mais participativas e investigativas em sala de aula. Ao longo do texto, apresentamos os fundamentos e objetivos dessa abordagem, explicando, passo a passo, suas principais etapas. Mostramos como o Ensino por Investigação pode transformar a sala de aula em um espaço de descoberta, diálogo e construção coletiva do conhecimento. Por fim, compartilhamos a experiência prática com a aplicação de um produto educacional: a Sequência de Ensino Investigativa (SEI), desenvolvida com o tema Integrando a História da Ciência e o Ensino de Ciências: uma Abordagem Investigativa. A proposta buscou aproximar os estudantes da trajetória de cientistas e dos contextos históricos que marcaram suas descobertas, promovendo uma aprendizagem mais crítica, contextualizada e significativa.

Palavras – chave: Ensino por Investigação – Ensino de Ciência – Sequência de Ensino Investigativa

ABSTRACT

This article focuses on Inquiry-Based Learning, exploring its origins and evolution, with special emphasis on American educator John Dewey. Considered one of the main precursors of this approach, Dewey argued that learning becomes more meaningful when students are encouraged to question, reflect, and actively participate in the educational process. His thinking profoundly influenced teaching in the United States and, later, in several countries around the world. We also analyze the trajectory of Inquiry-Based Teaching in Brazil, highlighting the public policies, educational laws, institutions, and teaching materials that contributed to the consolidation of this proposal in the context of science education. This scenario was fundamental for expanding and strengthening more participatory and investigative pedagogical practices in the classroom. Throughout the text, we present the fundamentals and objectives of this approach, explaining its main steps step by step. We show how Inquiry-Based Teaching can transform the classroom into a space for discovery, dialogue, and collective knowledge construction. Finally, we share our practical experience with the application of an educational product: the Investigative Teaching Sequence (ITS), developed with the theme Integrating the History of Science and Science Teaching: an Investigative Approach. The proposal sought to bring students closer to the trajectory of scientists and the historical contexts that marked their discoveries, promoting more critical, contextualized, and meaningful learning.

Keywords: Inquiry-Based Teaching – Science Teaching – Investigative Teaching Sequence

JOHN DEWEY: O PRECURSOR DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

O ensino de ciências tem enfrentado desafios significativos ao longo do tempo, especialmente no que diz respeito ao processo de ensino-aprendizagem e ao interesse dos estudantes pela disciplina. A ciência ainda é vista de maneira rígida, restrita a laboratórios e caracterizada como algo finito e imutável. Bizo (1998) demonstra que essas dificuldades ocorrem em diferentes situações e países, para esse autor não existem procedimentos mágicos, rígidos e perfeitos para se ensinar ciências. Essa concepção limitada tem gerado preocupações entre pesquisadores, que há tempos pesquisam alternativas para tornar o ensino de ciências mais dinâmico e atrativo.

Barrow (2006) destaca que a inclusão da abordagem investigativa na Educação Científica, especialmente no nível K-12² nos Estados Unidos, foi proposta por John Dewey no início do século XX. A perspectiva de Dewey enfatiza a importância da investigação como ferramenta essencial no ensino de ciências, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa. Assim, percebe-se um movimento contínuo ao longo do tempo para suprir as lacunas no ensino de ciências, incentivando práticas investigativas que aproximem os estudantes da construção do conhecimento científico de forma mais autêntica e engajadora.

As propostas de Dewey ocorreram em um momento que o mundo passava por transformações importantes, que o capitalismo estadunidense do início do século XX marginalizava os interesses sociais, acentuando as desigualdades sociais, gerando uma crise de valores. Esse mecanismo oprimia a possibilidade de bem-estar social, gerando um desequilíbrio nas relações de trabalho e na permanência de alguns valores sociais, proporcionando questionamentos sobre a importância de algumas instituições sociais, como a escola. Conforme Pessoa-Pinto (2004), “Dewey se preocupava com a crise de valores em que a sociedade se encontrava em decorrência das rápidas mudanças ocorridas nos meios de produção”.

Dentro desse contexto do início do século XX, encontra-se um momento de crise econômica, a Crise de 1929, que influenciou imensamente os setores social e político norte-americano e de outras nações. Esse episódio gerou graves prejuízos sociais, como o desemprego, crises nas relações de trabalho, acarretando o fortalecimento dos sindicatos

² Nos Estados Unidos, o termo K-12 é usado para designar todo o percurso da **educação básica**, que vai da educação infantil até o final do ensino médio. SPRING, Joel. *American Education*. 19. ed. New York: Routledge, 2022.

trabalhistas. O governo estadunidense realizou medidas de recuperação econômica, como o New Deal, mas as desavenças nas relações trabalhistas continuaram. Segundo Cunha (2001), “esses movimentos buscavam regulamentar o trabalho nas fábricas, como o trabalho de mulheres, combate ao trabalho infantil, indenizações por acidentes durante o serviço, melhoria nas condições de vida dos trabalhadores”.

Foram nessas circunstâncias que Dewey entendeu que o fortalecimento da educação, ou seja, a instituição escolar, contribuiria para diminuir esse cenário de crise, propondo uma forma de ensino-aprendizagem em que o estudante adquirisse capacidade crítica e autônoma diante dos seus desafios. De acordo com Pessoa-Pinto (2004) “deste modo, as coisas que são de importância suprema para a vida humana não seriam mais depreciadas, nem pareceria mais absurdo que a Ciência viesse a se ocupar também com questões desse âmbito”. Vemos que o filósofo norte-americano reestrutura a visão de conhecimento conectando os preceitos científicos ao contexto das ações humanas, conferindo a ideia de experiência como parâmetro de formação educacional.

Dewey tinha uma visão progressista das Ciências Naturais que entendia que as transformações produzidas por elas proporcionaram uma evolução na humanidade, relacionando esse progresso científico aos benefícios sociais e culturais. Pessoa-Pinto (2004) relata que

as Ciências Naturais exerceram forte atração sobre Dewey, o que é constatado em suas referências ao poder de controle e de transformação dessa Ciência sobre o meio ambiente, que permitiu a produção cada vez mais segura de bens que elevaram o grau de conforto e de bem-estar do homem.

Desse modo, as crises de valores e, conseqüentemente, sociais, seriam resolvidas a partir da condicionante do Método Científico, onde uma questão de crise, valores, poderia ser observada, refletida e verificada, mediante a aquisição do conhecimento que configuraria na criticidade e capacidade caminhando para a resolução desse problema. Para Dewey (1959), “as experiências passadas são purificadas e convertidas em instrumentos para as descobertas e para o progresso”.

Para Dewey (1971), “o método científico seria um modelo eficaz para utilizar as experiências dos estudantes (...) para delas extrairmos luzes e conhecimentos que nos guiem para frente e para fora em nosso mundo em expansão”. A ideia desse filósofo e educador norte-americano foi de estabelecer uma relação entre o método científico e os aspectos sociais que possibilitassem aos estudantes adquirirem direção nas coisas humanas. De acordo com Barrow

(2006), “para Dewey, o aluno deveria participar ativamente de sua aprendizagem, por isso, os alunos deveriam propor um problema para investigarem aplicando seus conhecimentos de ciências aos fenômenos naturais”. A proposta dele é a de que o estudante se torne protagonista do processo de ensino-aprendizagem para que consiga estender essa atitude no seu contexto social. Sendo assim, “é possível estabelecer uma relação entre a pedagogia de Dewey e as ideias de Vygotsky, o qual também defende elementos sociais na aprendizagem” (Wong; Pugh, 2001).

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO BRASIL – CONTEXTO HISTÓRICO

A ciência é um campo do conhecimento que evoluiu significativamente no decorrer da história, principalmente como instituição. Isso se deve “em como as políticas científicas e tecnológicas passaram por um intenso processo de institucionalização, tendo em vista o crescimento e o progresso do país” (Nascimento et al., 2010).

Em meados do século XX, o Brasil passava por mudanças dentro do contexto científico e tecnológico movido pela necessidade econômica, baseada no processo de industrialização que estava ocorrendo no país. “Esse momento de transformação econômica demonstrava que a sociedade brasileira se ressentia da falta de matéria-prima e produtos industrializados durante a 2ª Guerra Mundial e no período pós-guerra, pois buscava superar a dependência e se tornar autossuficiente [...]” (Krasilchik, 2000). Com isso, ocorreram as reformas curriculares no Ensino de Ciência no Brasil, nas décadas de 1950 e 1960, atendendo a demanda de um enquadramento da ciência com o contexto de transição em que situava o nosso país.

Um novo contexto geopolítico se formava no pós-guerra, onde duas potências mundiais, Estados Unidos e a antiga União Soviética se enfrentaram em diversos aspectos, inclusive no campo espacial e científico. Com isso, a disputa entre as duas lideranças globais se tornou acirrada, no que investiram maciçamente nas pesquisas científicas, destinando parte dos seus esforços na corrida espacial e armamentista. Diante do avanço dos soviéticos no lançamento do satélite artificial, o Sputnik, em 1957, os norte-americanos e os seus aliados europeus ocidentais, entenderam que deveriam avançar no seu desenvolvimento científico para conter a ameaça comunista da conjuntura mundial. “Isso proporcionou aos estadunidenses focar na América Latina no intuito de fortalecer as ciências exatas, com atenção para a América do Sul,

destacando o Brasil no ensino de ciências, onde esse novo olhar sobre o ensino de ciência passou a ser denominado era dos projetos” (Krasilchik, 1987).

Com o intuito de ampliar a sua influência geopolítica e conter o avanço do comunismo, os líderes capitalistas realizaram um intenso investimento científico no Brasil, enviando os seus melhores materiais didáticos em ensino de ciências ao nosso país, nas disciplinas de química, física e biologia. Nesse período, na primeira metade do século XX, a presença desses livros didáticos era volumosa, conforme destaca Barra e Lorenz (1971)

No período de 1950 os livros didáticos mais utilizados refletiam o que havia de melhor no pensamento europeu sobre ensino de ciências. Assim, até metade do século XX, a maioria dos livros didáticos adotados constituíam-se em traduções ou adaptações dos mais populares manuais europeus de física, química e biologia (BARRA; LORENZ, 2006).

A sujeição aos livros didáticos em ensino de ciências europeus perdurou até meados do século XX, sendo que, em 1946, iniciava-se um movimento interno para desenvolver organizações que produzissem materiais didáticos nacionais na área de ensino. Isso ocasionou a criação do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), em 1946, pelo Decreto Federal nº 9.355, no Rio de Janeiro, com o apoio da Organização das Nações Unidas (UNESCO). Com o objetivo de trazer a investigação científica para o ensino de ciências, “esse instituto tinha o papel de promover uma melhor formação científica dos estudantes que ingressariam no ensino superior” (Barra; Lorenz, 1986).

O IBECC ampliou suas atividades para São Paulo, se instalando nos compartimentos da faculdade de medicina da Universidade de São Paulo, onde conseguiu produzir materiais didáticos e realizar atividades de divulgação científica. Isso contribuiu para o amparo do governo federal e das secretarias estaduais de educação, absorvendo os patrocínios financeiros de agências estrangeiras, como as Fundações Ford e Rockefeller, conforme nos demonstra

Ali, com sede inicial nas dependências da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), passou a realizar projetos de divulgação científica e de educação em ciências, acompanhados da elaboração de material didático, manufaturados inicialmente em um galpão no campus universitário, e com o apoio do governo federal e de secretarias estaduais de educação, bem como de agências internacionais, como a Fundação Ford e a Fundação Rockefeller (ABRANTES e AZEVEDO, 2010).

Com o apoio de instituições nacionais e, do mesmo modo, de agências internacionais, como as descritas acima, o IBECC conseguiu alavancar várias atividades que construíram a visão da necessidade das atividades de investigação no ensino de ciências e, conseqüentemente, com o avanço dessa área de ensino no Brasil.

Esse instituto tinha como principal meta alcançar professores e alunos com as suas atividades, a partir da popularização e educação em ciência, realizando clubes e feiras de ciências e mostras científicas. Ainda, teriam atividades na elaboração de materiais didáticos, com a tradução e adaptações de textos estrangeiros, produção de textos por autores nacionais, intermediando cursos de reciclagem para professores nacionais em territórios estrangeiros no intuito de promover intercâmbios nas áreas educacionais. Esteve presente ainda na elaboração de livros didáticos e paradidáticos, onde essas ações contribuíram imensamente no desenvolvimento das ciências no país a partir da segunda metade do século XX. De acordo com Krasilchik (2000), “o IBECC se transformou em uma experiência institucional inovadora em termos de divulgação científica e do ensino de ciências ao estender suas atividades para São Paulo em 1950, concentrando iniciativas individuais, de professores e de cientistas até então esparsas”. A proposta educativa desses materiais apoiava-se no “[...] conceito de ciências como um processo de investigação e não só como um corpo de conhecimentos devidamente organizados” (Barra; Lorenz, 1986).

Na década de 1960, ocorreram mudanças no contexto educacional brasileiro, com o surgimento da Lei 4.024 de 1961, conhecida como a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação. Foram transformações significativas na educação, que proporcionaram a descentralização da educação nacional consentindo mais autonomia aos estados na condução do ensino, com a existência dos conselhos estaduais. Krasilchik (2000) nos informa sobre outras alterações importantes, especificamente no ensino de ciências

Com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases, em 1961 (Lei nº 4.024), as aulas de Ciências passaram a ser ministradas obrigatoriamente nas duas últimas séries do antigo ginásio (atuais 8º e 9º anos do Ensino Fundamental) (Brasil, 1997, p. 19) e aumentada substancialmente a quantidade de horas no ensino Colegial (atual Ensino Médio) (Krasilchik, 2000).

Analisando esses cenários, a instituição do IBECC e a promulgação do LDB/61, tem uma relação importante no avanço do ensino de ciências. Esse Instituto foi instaurado devido às necessidades de desenvolvimento da ciência no país e com o seu desenvolvimento visualizou-se a necessidade de oficializar o ensino de ciências na estrutura da educação básica do Brasil.

Como o sistema educacional brasileiro passava por significativas transformações, “o ensino de ciências foi absorvido por essas ações, com a promulgação da Lei nº 5.692 de 1971, Lei de Diretrizes e Base da Educação, em que as Ciências passaram a ser uma disciplina obrigatória durante todo o Ensino Fundamental” (Krasilchik, 2000). Apesar da ênfase na

disciplina de Ciências na propositura desse dispositivo, verificou-se que o ensino de ciências caminhou para uma proposta diversa do seu ideal, abordando o ensino técnico profissional, ligado ao contexto laboral, conforme Krasilchik (2003)

ao mesmo tempo que o texto legal valoriza as disciplinas científicas, na prática elas eram profundamente prejudicadas pelo atravancamento do currículo por disciplinas que pretendiam ligar o aluno ao mundo do trabalho (como Zootecnia, Agricultura, Técnica de Laboratório) sem que os alunos tivessem base para aproveitá-las.

Para Krasilchik (2000) na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como “essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino das Ciências em todos os níveis foi também crescendo de importância, sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino, podendo servir de ilustração para tentativas e efeitos das reformas educacionais”. Com essa conexão da ciência aos diversos setores da sociedade, tornando-a central ao contexto global, “essas mudanças no setor educacional posicionará o estudante como centro do processo científico, conduzindo-o a entender os mecanismos de desenvolvimento da pesquisa”, conforme nos mostra Cachapuz, Praia e Jorge (2000). Neste sentido, o aluno, ainda que como o centro do processo, tenta reproduzir o método científico com uma observação cuidadosa e sistemática, sem pensar, mas aceitando e acreditando no que vê. O entendimento para o desenvolvimento do ensino de ciência se configura conforme Krasilchik (2000) nos mostra que “justificativa brasileira para usar tais projetos estava baseada na importância de preparar os alunos mais capazes para impulsionar o progresso da ciência e tecnologia nacionais para o país poder se tornar autossuficiente”.

Havia uma visão engessada de ciência, em que a reprodução dos métodos científicos era o único caminho para se chegar a um resultado confiável. Porém, ocorrerá uma mudança desse cenário, “em que a partir da década de 1970, a aprendizagem passa a assumir uma concepção construtivista concebendo o aluno como um construtor de conhecimento e passando a considerar seu conhecimento prévio” (Rocha; Schnetzler, 2006). Assim, com essa abordagem, “ocorrerá uma intensificação na conexão entre ciência e sociedade que exigirá que os aspectos internos à investigação científica tenham relação com aspectos políticos, econômicos e culturais, relevantes com a vida do estudante” (Krasilchik, 1987).

Ocorreu uma nova movimentação no Brasil em relação às propostas educacionais, em que mudanças foram realizadas na década de 1990 com a propositura dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Nesse documento, verifica-se a importância do ensino de ciências e visão de uma alfabetização científica, indicando que o estudante deva ter uma

formação mais ampla na questão de aprendizado e em condições de se comportar mediante aos seus desafios sociais. Assim, observamos a nova proposta dos PCN's

[...] o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para os alunos (Brasil, 1998)

Ainda em relação à visão dos PCN's em relação ao ensino de ciências, destaca-se a importância do ensino por investigação aliado ao desenvolvimento da ciência nos espaços escolares, que poderá destacar no estudante a sua criticidade, orientando-o nos caminhos do desenvolvimento científico e demonstrando a relação da ciência com os aspectos históricos. Isso conduz o aluno a uma atitude protagonista no processo de ensino aprendizagem, conforme a proposta do PCN.

Contudo, os PCNs foram substituídos há pouco tempo pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e se consolidou como proposta curricular para o Ensino Fundamental e Ensino Médio. Esse documento dispõe sobre os requisitos básicos para o ensino por investigação

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2017)

O entendimento para uma proposta de ensino em que o estudante se comporte como protagonista no processo de ensino aprendizagem está legitimada pelos órgãos responsáveis. Vemos uma discussão contundente no cenário acadêmico nacional sobre a prática dessa orientação pedagógica para o ensino básico. Assim, estaremos no próximo tópico dessa produção acadêmica delineando sobre os principais autores que defendem essa atitude metodológica na educação brasileira.

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: FUNDAMENTOS E FINALIDADES

O ensino de ciências enfrenta desafios pedagógicos ao longo da sua trajetória. A proposta de ensino-aprendizagem na educação básica nessa área é conservadora e engessada, visando ao repasse de conceitos e teorias com a soberania cognitiva do professor. O estudante exerce uma posição passiva nesse contexto educativo, sendo um depósito de informações, deixando de efetivar a produção do conhecimento. Conforme afirma Carvalho (2013), “o

conhecimento tem sido transmitido de uma maneira direta, pela exposição do professor, em que os estudantes replicam experiências e decoram nomes dos cientistas”

Clement et al. (2015) apontam que “o ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem”. Destaque nas discussões sobre o posicionamento do aluno no processo educativo, que é a sua participação ativa, esse autor identifica um fator significativo no ensino por investigação, que é o protagonismo do estudante na aprendizagem. Assim, Pozo e Pérez Echeverria (1994) nos esclarece “um aspecto fundamental no ensino por investigação: a resolução de problemas, que estimula nos alunos o conhecimento de procedimentos para dar respostas a situações distintas e mutáveis, isto é, desenvolve a verdadeira compreensão dos fatos”. O estudante terá um posicionamento protagonista na sua aprendizagem devido à orientação metodológica de que ele terá que participar ativamente no processo educativo desenvolvendo atividade investigativa que o auxiliará na compreensão do conteúdo.

Essa proposta se configura no entendimento de Sandoval e Millwood (2005) “para que essa finalidade seja atingida há necessidade de que os alunos sejam envolvidos em investigações científicas”. Um fato relevante é retratado por Carvalho (2013) “que não se objetiva que os estudantes irão pensar e agir como cientistas, pois possuem limitações de idade, conhecimentos específicos e desenvoltura quanto a utilização de ferramentas científicas”. O intuito é conduzir os estudantes a um ambiente de sala de aula investigativa, que entendam os caminhos percorridos pela pesquisa científica, ou seja, que tenham conhecimento sobre as etapas do processo científico. Conforme Watson (2004), “as atividades investigativas devem proporcionar o desenvolvimento de habilidades científicas e processos da ciência”. Assim, o ensino por investigação se desenvolve em algumas etapas investigativas, conforme nos atesta Rodriguez et al. (1995).

a elaboração do problema pelos alunos, elaboração de hipóteses, planejamento da investigação, contato com normas fontes de informação incluindo experimentos, leituras, visitas, interpretação e conclusão dos resultados, após essas etapas, o aluno deverá expressar seus resultados ao grupo, e aplicar o conhecimento a novas situações.

As etapas do ensino por investigação conduzem o estudante a uma busca de respostas ao conteúdo analisado, dando a ele condições de compreender o processo do ensino-aprendizagem e não somente as respostas, como é realizado atualmente pela maioria dos processos educacionais. O ensino de ciências no ensino básico brasileiro é conduzido por uma

prática em que o professor detém o conhecimento e o transmite em forma de conceitos e teorias aos alunos de forma mecânica.

A proposta do ensino por investigação não se limita a responder questionamentos, tem o intuito de levar o estudante a participar de todas as etapas investigativas para que possa se inserir no contexto proposto por Azevedo (2006), para que uma atividade de investigação possa assim ser considerada, a mesma deve levar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar e não apenas limitar-se a favorecer a manipulação de objetos e observação dos fenômenos. Bachelard (1996) defende que “todo conhecimento é produto da resposta sobre uma determinada questão”. E, neste caso, “a resolução de problemas que conduza a uma investigação deve ser fundamentada na ação do aluno” (Moreira, 1983). Desta forma, “num ensino que preze pela investigação, os discentes são postos em situações em que realizam diminutas pesquisas, em que se combinam, simultaneamente, conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais” (Pozo, 1998). Scarpa, Sasseron e Silva (2017), em estudo realizado sobre O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais, concluíram que “o estudante consegue por meio deste ensino, estar em contato com o mundo dos cientistas, com a produção do conhecimento científico, o que amplia a visão sobre as ciências e autentifica um fazer científico, que vai além de conceitos memorizados”.

Nesse sentido, Carvalho (2013), “ao refletir teoricamente sobre a construção do conhecimento, propõe as Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) como uma ferramenta potente para promover a aprendizagem”. A ideia central é aproveitar os conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida para que eles possam levantar hipóteses, discutir com os colegas e o professor, e, principalmente, conectar o que já sabem com os novos conteúdos que estão sendo explorados.

Atualmente, as SEIs têm ganhado destaque como uma abordagem significativa no ensino de ciências, justamente por favorecerem uma aprendizagem mais sólida e significativa. Essa metodologia coloca o estudante no centro do processo, estimulando sua autonomia e protagonismo. As atividades propostas nas SEIs incentivam a participação ativa dos alunos por meio do debate de ideias, da formulação de críticas e da busca por soluções para problemas reais. Além disso, “elas estimulam a sistematização de novos conhecimentos por meio da leitura, da escrita e da discussão, permitindo que os estudantes relacionem o que aprendem com situações concretas do cotidiano” (Carvalho, 2013).

É importante destacar que a SEI (Sequência de Ensino Investigativa) apresenta características próprias em sua aplicação. Como ressalta Carvalho (2013) “são necessárias adaptações condizentes na elaboração de propostas para aulas, isto porque a realidade escolar é diferente dos laboratórios científicos experimentais, como nos estudos de Piaget”. Essas adaptações são necessárias porque cada turma tem suas particularidades: os estudantes possuem ritmos e formas diferentes de aprender, além de vivências e contextos históricos que influenciam diretamente o processo de ensino-aprendizagem. Por isso, cada proposta precisa considerar essa diversidade para fazer sentido na prática e alcançar resultados significativos.

Nesse contexto, destacaremos as propostas de atividades da SEI de acordo com Carvalho (2013):

- **ETAPA DE DISTRIBUIÇÃO DO MATERIAL EXPERIMENTAL E PROPOSIÇÃO DO PROBLEMA PELO PROFESSOR.**

Nesta etapa o professor divide a classe em grupos pequenos, distribui o material, propõe o problema e confere se todos os grupos entenderam o problema a ser resolvido, tendo o cuidado de não dar a solução nem mostrar como manipular o material para obtê-la. Principalmente no ensino fundamental, quando as experiências são bastante simples é comum que, sem querer, o professor indique a resposta, o que tira toda a possibilidade de o aluno pensar (Carvalho, 2013)

- **ETAPA DE RESOLUÇÃO DO PROBLEMA PELOS ALUNOS.**

Neste momento da aprendizagem, mais do que simplesmente transmitir um conceito, o mais importante é criar oportunidades para que os alunos se envolvam com a atividade de forma concreta. É preciso que tenham liberdade para pensar, levantar hipóteses e experimentar suas próprias ideias. Quando damos espaço para que eles imaginem soluções e testem na prática aquilo que pensaram, estamos, na verdade, dando voz à curiosidade e à criatividade que cada um carrega. É nesse movimento — de imaginar, experimentar, errar, acertar e tentar de novo — que o conhecimento se constrói de forma viva e significativa. Afinal, aprender não é só memorizar, mas viver o conhecimento, sentindo-se parte dele. As hipóteses que, quando testadas não deram certo, também são muito importantes nesta construção, pois é a partir do erro – o que não deu certo – que os alunos têm confiança em o que é o certo eliminando as variáveis que não interferem na resolução do problema. O erro ensina... e muito (Carvalho, 2013)

- **ETAPA DA SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS ELABORADOS NOS GRUPOS.**

Nesta etapa o papel do professor é bastante importante. Agora a aula precisa proporcionar espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento. Ao ouvir o outro, ao responder à professora, o aluno não só relembra o que fez como também colabora na construção do conhecimento que está sendo sistematizado (Carvalho, 2013)

- **ETAPA DO ESCREVER E DESENHAR.**

É necessário agora um tempo para a aprendizagem individual. O professor deve agora pedir para eles escreverem e desenharem sobre o que aprenderam na aula (Carvalho, 2013)

Vemos o mesmo processo investigativo apresentado por Pedaste et al. (2015), conforme etapas descritas a seguir:

1. **ORIENTAÇÃO:** Momento em que são levantados os conhecimentos prévios dos estudantes e proposto um problema, geralmente apresentado por meio de uma pergunta.
2. **CONCEITUAÇÃO:** Etapa onde são geradas questões baseadas no problema proposto e o levantamento de hipóteses para resolução do problema.
3. **INVESTIGAÇÃO:** A investigação é uma forma de testar a hipótese, podendo ocorrer de forma exploratória, experimental ou por meio de interpretação de dados.
4. **CONCLUSÃO:** Os estudantes formalizam a resposta para o problema, verificam se a hipótese foi condizente ou não com os resultados obtidos.
5. **DISCUSSÃO:** A discussão pode ser coletiva ou individual, contudo, deve se contextualizar as novas descobertas a outros aspectos do meio social e familiar do estudante (Pedaste et al., 2015)

Vale lembrar que, “embora a SEI (Sequência de Ensino Investigativa) seja uma estratégia potente para envolver os estudantes e tornar a aprendizagem significativa, ela não é a única forma de alcançar esse objetivo, tornando necessário a utilização de outras abordagens no processo ensino-aprendizagem”, conforme afirma Hodson (1998). Existem diversas outras metodologias e abordagens que também podem contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia e do interesse dos alunos. Por isso, é importante que o professor tenha liberdade para adaptar suas práticas de acordo com o contexto da turma, os recursos disponíveis e as necessidades de aprendizagem dos estudantes.

Nesse caminho, buscamos construir uma proposta que torne o ensino de Ciências mais vivo e significativo para os estudantes. Para isso, elaboramos uma Sequência de Ensino

Investigativa (SEI) que une o estudo da História da Ciência com o ensino por investigação, favorecendo um processo de ensino-aprendizagem mais crítico, participativo e conectado com a realidade. Assim, o produto educacional que apresentamos é justamente o desenvolvimento dessa SEI, pensada para despertar a curiosidade, estimular o protagonismo dos alunos e valorizar o conhecimento científico em sua dimensão histórica, social e cultural.

4.1.- O PRODUTO EDUCACIONAL – SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA (SEI)

A Pesquisa

A pesquisa teve como foco a elaboração e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que trabalhou a História da Ciência por meio da abordagem do Ensino por Investigação. Dentro desse contexto, foram destacados alguns cientistas brasileiros que atuaram na área da saúde e tiveram grande importância para o desenvolvimento da medicina sanitária no Brasil.

A proposta da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) teve como principal objetivo, por meio da abordagem do Ensino por Investigação, aproximar o conhecimento científico da realidade vivida pelos estudantes da educação básica. A intenção foi romper com a ideia de que a ciência é algo distante, abstrato ou reservado apenas a especialistas. A aplicação da SEI foi aprovada pelo CEP conforme Parecer Consubstanciado nº 7.448.985 com o CAAE nº 80339924.2.0000.8113 (Anexo 1).

A Importância da História da Ciência no Ensino de Ciências

Hoje em dia, é comum ver estudantes enxergando a ciência como algo distante, quase como se fosse um mundo à parte. Muitos a veem como uma atividade complicada, quase “mágica”, feita apenas por pessoas superinteligentes — os chamados “gênios”. Essa percepção,

infelizmente, não surgiu do nada. Ela é fruto de um modelo de ensino ainda muito presente nas escolas, onde o professor fala, o aluno escuta e a ciência é apresentada apenas como um conjunto de fórmulas, conceitos e teorias prontas, muitas vezes sem ligação com a realidade vivida por esses jovens.

Mas aí surge uma pergunta que não podemos ignorar: por que é tão importante trazer a História da Ciência para dentro das aulas de Ciências?

Martins (2012) diz que “é preciso promover um ensino científico de qualidade, contextualizado histórica e socialmente, que problematize visões ingênuas e equivocadas da ciência: não basta saber ciência, é preciso saber sobre ciência”. Ou seja, não adianta apenas decorar conteúdos — é fundamental entender de onde eles vieram, quem os construiu e por que foram importantes naquele momento da história.

Quando mostramos aos estudantes que a ciência é feita por pessoas reais — que viveram dilemas, enfrentaram desafios, erraram, acertaram, foram criticadas e ainda assim continuaram — tornamos tudo mais próximo e mais humano. A ciência deixa de parecer inalcançável e passa a fazer sentido, porque se conecta com a vida, com o tempo em que foi produzida e com as necessidades da sociedade.

Duarte (2004) afirma que “a História das Ciências promove a independência da mente e evita o ceticismo”. Ao entender como a ciência evoluiu, cheia de reviravoltas e influências sociais, os alunos passam a enxergá-la como algo vivo, em constante transformação — e, o mais importante, como algo que faz parte da vida deles também.

Por isso, inserir a História da Ciência no ensino de Ciências é mais do que uma escolha pedagógica: é um caminho para aproximar a ciência das pessoas, para tornar o aprendizado mais significativo e para mostrar que todo conhecimento tem uma história — e que os estudantes também podem fazer parte dela.

A Importância do Ensino por Investigação no Ensino de Ciências

Muitos estudantes ainda veem a ciência como algo distante de suas vidas. Para eles, fazer pesquisa parece ser coisa de “gente muito inteligente”, que teve acesso a grandes oportunidades, universidades famosas e laboratórios cheios de equipamentos. Essa ideia acaba

alimentando a sensação de que a ciência não faz parte do seu mundo — como se estivesse fora do alcance de quem vive a realidade da escola pública.

O Plano Nacional do Livro Didático - PNLD (2013) “propõe um caminho diferente: tornar a pesquisa algo próximo dos estudantes, incentivando-os a investigar, levantar questões e explorar temas que despertem sua curiosidade”. Essa proposta se conecta com uma importante mudança iniciada no Brasil no final dos anos 1990, com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que reforçam:

[...] o desenvolvimento de atitudes e valores é tão essencial quanto o aprendizado de conceitos e de procedimentos. Nesse sentido, é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno.” (Brasil, 1998)

Ou seja, a proposta é transformar a aula de Ciências em um espaço mais vivo, investigativo e cheio de sentido — onde o estudante não apenas ouve, mas participa ativamente do processo de construção do conhecimento. O Ensino por Investigação entra nesse contexto como uma abordagem pedagógica que desperta a curiosidade, incentiva o pensamento crítico e valoriza a autonomia do aluno.

Muito mais do que decorar conteúdos, essa abordagem permite que os estudantes desenvolvam habilidades essenciais para a vida: saber ler com atenção, levantar hipóteses, argumentar com base em evidências, refletir sobre o que veem e ouvem, resolver problemas e aprender a trabalhar em equipe. Pesquisadores como Abd-el-Khalick et al. (2004), Grandy e Duschl (2007), Carvalho (2011; 2013), Sasseron e Machado (2012), Crawford (2012), Allchin et al. (2014) e Bellucco e Carvalho (2014) “mostram que o ensino por investigação vai muito além da ciência: ele contribui para formar sujeitos mais críticos, participativos e conscientes do mundo em que vivem”.

O grande desafio, agora, é tornar essa prática mais presente nas salas de aula brasileiras — principalmente nas escolas públicas — e mostrar para cada estudante que a ciência também é feita por pessoas como eles, que fazem perguntas, buscam respostas e têm um papel importante na transformação da realidade.

Procedimento Metodológico

O procedimento metodológico adotado neste trabalho foi o estudo de caso, conduzido por meio de uma abordagem qualitativa. Essa opção permitiu investigar em profundidade o contexto da pesquisa, considerando não apenas os resultados, mas também os processos, interações e percepções dos participantes. Conforme Bogdan e Biklen (1994), “a pesquisa qualitativa busca compreender os fenômenos a partir da perspectiva dos sujeitos envolvidos, valorizando o contexto e a complexidade das situações investigadas”.

A investigação também se caracterizou como pesquisa-ação, modalidade que, segundo Thiollent (2011), “combina a produção de conhecimento com a intervenção na realidade estudada, tendo como princípio a participação ativa do pesquisador no processo”. No caso deste estudo, essa característica esteve presente porque o pesquisador atuou como professor regente da turma durante todo o desenvolvimento da proposta. Essa dupla função permitiu um contato direto e contínuo com os estudantes, favorecendo o acompanhamento das etapas do trabalho, a observação das reações e adaptações frente às atividades propostas, bem como intervenções pontuais para promover um ambiente mais participativo e investigativo.

Ao estar inserido no cotidiano escolar, o pesquisador pôde vivenciar de forma integrada a realidade da turma, o que possibilitou análises mais ricas e contextualizadas. Essa imersão, como destaca Franco (2005), “é um elemento essencial da pesquisa-ação, pois aproxima o pesquisador das experiências concretas dos sujeitos e contribui para que os resultados estejam alinhados às demandas reais do processo de ensino-aprendizagem”.

Objetivos

Objetivo Geral

– Desenvolver uma sequência de ensino investigativa que promova o ensino-aprendizagem no ensino de ciências integrando a história das ciências por meio do ensino por investigação.

Objetivos Específicos

- Aplicar a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para estudantes da segunda série do ensino médio a fim de analisar sua interação com uma proposta de ensino por investigação sobre a história da trajetória de alguns cientistas brasileiros;
- Analisar o ensino-aprendizagem de ciências com base no Ensino de Ciências e da História das Ciências na educação básica.

Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede estadual de ensino, localizada no setor central do município de Santa Helena de Goiás. A instituição atende alunos do ensino médio nos turnos matutino e vespertino, contando com 13 turmas em cada período. O nome da instituição foi ocultado para garantir a privacidade dos estudantes que contribuíram com a pesquisa.

A escola possui uma boa estrutura física, com salas de aula equipadas com assentos confortáveis, climatização por dois aparelhos de ar-condicionado, lousa branca e TV — o que contribui para um ambiente mais agradável e favorável ao aprendizado. Além disso, a instituição conta com dois laboratórios bem organizados — um de informática e outro de química —, uma sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE) e uma cantina estruturada para atender bem os estudantes durante os intervalos.

Entre as ações desenvolvidas na escola, destacam-se projetos como o *Estudante de Atitude*, que estimula a participação ativa dos alunos em iniciativas escolares, e a banda marcial, bastante reconhecida na região pelas suas apresentações e por sua presença marcante em campeonatos estaduais. Esses projetos envolvem estudantes dos dois turnos e representam oportunidades valiosas de engajamento, expressão e desenvolvimento pessoal fora da sala de aula, fortalecendo o sentimento de pertencimento e a vivência escolar.

PARTICIPANTES DA PESQUISA

O Pesquisador

Atuo como docente desde o ano 2000, logo após concluir a licenciatura em História pela Universidade Federal de Goiás, em 1999. Ainda em 2000, concluí a especialização em Docência Superior pela Universidade Estadual de Goiás – Câmpus Anápolis de Ciências Socioeconômicas e Humanas – Nelson de Abreu Júnior.

Ao longo desses 25 (vinte e cinco) anos de trajetória profissional, construí uma sólida experiência no magistério, atuando na educação básica — nos ensinos fundamental II e médio — e no ensino superior, na graduação. Durante esse percurso, tive a oportunidade de vivenciar diferentes contextos educacionais, o que contribuiu significativamente para o meu crescimento profissional.

Uma das principais observações que fiz ao longo dessa caminhada é a dificuldade que muitos estudantes da educação básica enfrentam para compreender como a ciência se desenvolve e qual é o seu papel na sociedade. Percebe-se uma distância entre o universo científico e o cotidiano dos alunos, que muitas vezes enxergam a ciência como algo distante, elitizado e reservado a grandes “gênios” — como se fosse uma construção isolada, e não coletiva e histórica.

Atualmente, atuo como professor em uma escola da rede pública estadual de educação de Goiás, que atende estudantes do ensino médio. Leciono as disciplinas de História e Geografia. No período matutino, sou responsável pelas aulas de Geografia nas turmas da 3ª série. Já no turno vespertino, trabalho com turmas nas 2ª séries, ministrando a disciplina de História, e nas demais turmas das 3ª séries, dou aula tanto de História quanto de Geografia.

Os Estudantes

Os estudantes selecionados para participar da pesquisa pertencem à 2ª série do Ensino Médio, no turno vespertino, de uma escola pública da rede estadual de Goiás. A escolha dessa turma se baseou em dois critérios principais: o fato do pesquisador atuar como docente nessa instituição, tendo turmas de 2ª série apenas no período vespertino; o perfil da turma, considerado equilibrado em termos de desenvolvimento cognitivo dos estudantes; os estudantes têm uma frequência escolar maior do que as outras turmas da 2ª Série.

O fato do pesquisador já lecionar na escola facilitou o andamento da pesquisa, evitando conflitos de horários com outros professores e contribuindo para uma melhor organização das atividades. A turma participante é composta por 26 estudantes, cuja maioria apresenta um bom acompanhamento das aulas, com participação ativa, questionamentos relevantes e realização das atividades propostas.

No entanto, é importante destacar que alguns alunos ainda enfrentam dificuldades no processo de aprendizagem, especialmente no desenvolvimento das atividades e no acompanhamento do ritmo das aulas. Esses desafios, no entanto, fazem parte da realidade escolar e foram considerados durante a aplicação da pesquisa.

A Validação da SEI

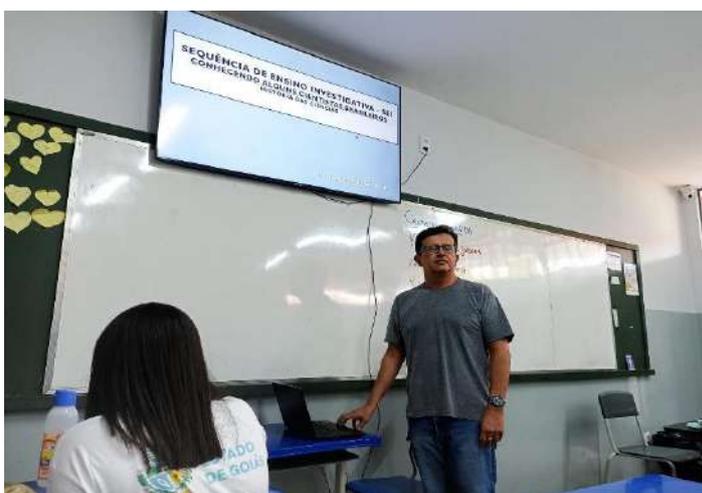
A seguir, será detalhado como cada uma dessas etapas foi desenvolvida, destacando os aprendizados e desafios vivenciados ao longo do processo.

ETAPA 1

Orientação e Introdução ao Tema

Na primeira etapa da aula, conforme Figura 1, utilizei alguns slides para apresentar aos alunos como funcionaria a aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Logo no primeiro slide, expliquei que a atividade do dia seria uma proposta diferente, com o tema “Conhecendo alguns cientistas brasileiros” — uma oportunidade para mergulharmos no universo da ciência de forma mais próxima da nossa realidade.

FIGURA 1 – APRESENTAÇÃO DAS ETAPAS DA SEI POR SLIDES



Fonte: Pesquisador

No segundo slide, abri um pouco da nossa história pessoal e compartilhei com eles que sou estudante de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPEC), da UEG – Câmpus Central de Anápolis. Conteí que, como parte das exigências do curso, estou desenvolvendo um produto educacional — que é justamente essa SEI que aplicaríamos juntos. Os alunos receberam a notícia com carinho, e alguns demonstraram admiração, o que me emocionou. É muito bonito ver esse tipo de reconhecimento vindo deles.

Aproveitando esse momento de conexão, senti que era importante esclarecer os diferentes níveis da formação acadêmica no Brasil. Perguntei, de forma leve, se todos ali sabiam como funciona o caminho dos estudos, desde a educação básica até a pós-graduação. Para minha surpresa, quase metade da turma disse que não conhecia esse percurso. Isso me fez

refletir sobre como, muitas vezes, partimos do pressuposto de que esses jovens têm esse tipo de informação — mas a realidade é outra. Foi um momento importante de troca, em que pudemos aproximar o mundo acadêmico do cotidiano da escola pública e mostrar que esse caminho também pode ser deles.

Depois, voltei ao conteúdo do primeiro slide e aprofundei a proposta da SEI: estudar a trajetória de cientistas brasileiros a partir da metodologia do ensino por investigação. Expliquei que, ao conhecerem a história de vida e de trabalho desses cientistas — inseridos em contextos sociais e históricos específicos — eles poderiam ver a ciência de maneira mais concreta, menos distante e elitizada. A ideia era mostrar que a ciência não nasce do nada e não é feita por seres excepcionais e inalcançáveis, mas por pessoas reais, que enfrentaram desafios e construíram seu saber aos poucos.

No terceiro slide, nesse momento, estava na 2ª aula, apresentei a estrutura da SEI. Contei que os alunos seriam divididos em grupos e que cada grupo ficaria responsável por pesquisar sobre um cientista, assim definidos: Carlos Chagas, Oswaldo Cruz, Vital Brazil, Carolina Bori e Nise da Silveira. Para tornar a divisão mais justa e democrática, a turma decidiu, em consenso, fazer um sorteio para definir os temas de cada grupo — uma atitude madura e respeitosa, que evitei interferir justamente para valorizar esse protagonismo.

Já no quarto slide, destaquei o objetivo principal da SEI: criar uma sequência investigativa que ajudasse os alunos a compreenderem como a História da Ciência pode enriquecer o ensino de Ciências. Reforcei o quanto é importante entender a ciência como um processo humano, cheio de tentativas, erros, acertos e superações — muito diferente daquela ideia romantizada de que cientista é alguém sempre genial e infalível.

No quinto slide, entrei com mais detalhes nas etapas do ensino por investigação, explicando cada fase:

- Orientação e introdução do tema – etapa em que estávamos naquele momento;
- Formulação do problema e das hipóteses – expliquei que o problema da pesquisa poderia ser proposto tanto por mim quanto por eles, dependendo do nível de maturidade da turma. Já as hipóteses seriam construídas pelos próprios alunos, com base nos conhecimentos prévios e nas primeiras informações trazidas sobre cada cientista;
- Pesquisa bibliográfica – cada grupo investigaria a trajetória do cientista sorteado, tentando compreender os principais acontecimentos e contextos da sua vida e carreira;

- Experimentação – aqui, esclareci que não se tratava de uma prática de laboratório, como uma aula de Química, mas sim de uma busca ativa por respostas para a questão investigada. Um momento em que eles iriam tentar confirmar ou refutar as hipóteses levantadas;
- Interpretação dos dados – seria o momento de análise dos resultados e reflexões sobre o que as investigações revelaram;
- Apresentação e discussão dos resultados – por fim, cada grupo apresentaria suas descobertas, e toda a turma participaria de um debate coletivo, compartilhando ideias, impressões e aprendizados.

Ao final dessa explicação, percebi nos rostos dos alunos uma mistura de sentimentos. Alguns estavam animados, outros curiosos e até um pouco receosos — o que é natural diante de algo novo. Um deles disse: “Professor, essa atividade é diferente de tudo que a gente já fez... parece legal, mas dá um frio na barriga.” Esse tipo de reação, para mim, é sinal de que estamos no caminho certo: provocar, desafiar, envolver.

Ainda durante essa etapa inicial, conversamos brevemente sobre os cientistas que seriam estudados. Apresentei um resumo das principais contribuições de cada um, para que os grupos já tivessem uma ideia do ponto de partida de suas pesquisas. Necessário frisar que essa etapa foi composta por duas aulas devido ser uma novidade e a demanda por esclarecimentos dos estudantes.

ETAPA 2

Formulação do Problema da Pesquisa e da(s) Hipótese(s)

Essa etapa foi uma das mais significativas da aplicação da SEI, pois representa o ponto de partida que guia toda a jornada investigativa. É nesse momento que os estudantes têm a chance de pensar, imaginar e discutir os rumos que suas pesquisas poderão seguir, colocando em prática suas habilidades cognitivas e criativas. Foi um momento tão enriquecedor que despendemos 2 (duas) aulas para o seu desenvolvimento.

A construção do problema de pesquisa — peça-chave dessa fase — pode ser feita pelos próprios alunos ou proposta pelo professor. Essa decisão deve considerar o quanto a turma está preparada para esse desafio. No caso dessa turma, como era a primeira vez que estavam tendo contato com o ensino por investigação, o professor optou por apresentar os problemas já formulados para cada grupo. Mas fez questão de explicar o motivo dessa escolha, reforçando que, em experiências futuras, eles mesmos terão a oportunidade de elaborar suas próprias

perguntas investigativas. Ainda assim, aproveitou para mostrar, de forma clara e acessível, como se constrói um bom problema de pesquisa — aproveitando o momento para ampliar o aprendizado do grupo.

Durante essa explicação, os estudantes ouviram com atenção e fizeram observações interessantes. Alguns comentaram que o professor já costuma usar algo parecido nas aulas de História, quando propõe uma “questão interativa” no início dos conteúdos, buscando ativar os conhecimentos prévios da turma. O professor então explicou que, de fato, há uma semelhança entre essas práticas, mas que agora a proposta se aprofundaria, trazendo uma abordagem mais ampla e estruturada de investigação.

Com isso esclarecido, o professor distribuiu os problemas de pesquisa para os grupos, conforme Quadro 1, orientando que lessem com calma, refletissem juntos e discutissem as possíveis interpretações. Esse momento foi bastante rico, marcado pela troca de ideias entre os colegas, pela colaboração e pelo envolvimento coletivo. O professor acompanhou de perto, circulando entre os grupos, observando as conversas, oferecendo orientações e incentivando a autonomia dos estudantes. O principal objetivo era garantir que todos compreendessem bem o problema proposto, para então avançarem para a próxima etapa: a elaboração das hipóteses.

QUADRO 1 – PROBLEMAS DE PESQUISA

<p>CARLOS CHAGAS</p> <p>Como eram os aspectos político, econômico e social do Brasil no período em que Carlos Chagas desenvolveu a pesquisa sobre o <i>Trypanosoma cruzi</i>?</p>
<p>VITAL BRAZIL</p> <p>Como eram os aspectos político, econômico e social do Brasil no período em que Vital Brazil desenvolveu a pesquisa sobre o soro antiofídico?</p>
<p>OSWALDO CRUZ</p> <p>Qual foi a importância das atividades de Oswaldo Cruz como médico sanitário no combate às doenças tropicais no Brasil no início do século XX?</p>
<p>NISE DA SILVEIRA</p>

Como eram desenvolvidos os tratamentos para transtornos mentais no Brasil no período em que a médica psiquiatra Nise da Silveira reiniciou as suas atividades na psiquiatria? E de que forma ela desenvolveu as suas práticas profissionais nesse ramo da medicina?

CAROLINA BORI

Qual foi a importância de Carolina Bori no desenvolvimento da psicologia no Brasil em meados do século XX?

Fonte: Elaborados pelo Pesquisador

Com os problemas bem compreendidos, os grupos partiram para a construção das hipóteses. Retomaram suas anotações feitas durante a apresentação da SEI, revisitaram as informações sobre os cientistas estudados e começaram a levantar possibilidades. Foi um momento especial: vimos os estudantes assumindo o protagonismo, debatendo com entusiasmo, trocando argumentos e elaborando hipóteses com base no que sabiam e no que aprenderam.

Dos cinco grupos formados, dois apresentaram maior dificuldade para organizar suas ideias e colocá-las por escrito. Percebendo isso, o professor se aproximou desses grupos para oferecer um apoio mais direto, esclarecendo o enunciado do problema e orientando na interpretação e na construção da hipótese.

Nesse momento, foi reforçado aos estudantes que a hipótese representa aquilo que eles já sabem — seus conhecimentos prévios — trazidos das experiências de vida e das vivências escolares, relacionados ao tema proposto. O professor também retomou, com linguagem simples e exemplos práticos, alguns pontos importantes sobre os cientistas que cada grupo estava estudando, ajudando-os a pensar em caminhos possíveis para a construção da hipótese.

Os grupos realizaram as elaborações das hipóteses, conforme Quadro 2, sendo que, ocorreram algumas orientações do professor/pesquisador juntos aos estudantes para que pudessem elaborar as hipóteses relatadas nesse quadro.

QUADRO 2 – HIPÓTESES ELABORADAS PELOS ESTUDANTES

CARLOS CHAGAS

“Nessa época, o Brasil tinha muitos problemas. A maior parte das pessoas não tinha médico para cuidar da saúde e quase não podia estudar, porque havia poucas escolas. Os mais pobres ainda eram maltratados pelos políticos, que não deixavam eles terem seus direitos, como saúde, casa e educação.”

VITAL BRAZIL

“Vital Brazil conseguiu criar o soro antiofídico porque, naquele tempo, muitas pessoas morriam por picadas de cobras. Como o governo estava começando a se preocupar com a saúde, ele teve a chance de usar a ciência para resolver esse problema.”

OSWALDO CRUZ

“Acredita-se que Oswaldo Cruz teve grande importância no combate às doenças tropicais porque, naquela época, o Brasil estava cheio de problemas de saúde nas cidades, e quase ninguém sabia como evitar essas doenças. Com seus conhecimentos de medicina e apoio do governo, ele usou a ciência para lutar contra essas doenças, salvando muitas vidas e ajudando o Brasil a se tornar um país mais saudável.”

NISE DA SILVEIRA

“Esses tratamentos eram feitos de maneira muito agressiva e acabavam causando mais mal do que bem. Os métodos usados, como o eletrochoque, a lobotomia e o isolamento, provocavam dores físicas e também muito sofrimento emocional nos pacientes. Em vez de melhorar a saúde das pessoas, essas práticas muitas vezes pioravam a situação.”

CAROLINA BORI

“Antes da atuação de Carolina Bori, a psicologia no Brasil não era reconhecida como uma área separada. Ela era vista apenas como parte da filosofia, da medicina ou da educação. As pessoas ainda não entendiam a psicologia como uma ciência e uma profissão com seu próprio jeito de estudar e trabalhar.”

Esse apoio individualizado foi fundamental para que os estudantes se sentissem mais seguros e compreendessem melhor a tarefa. Assim, todos os grupos conseguiram avançar na atividade, participando com mais confiança e envolvimento no processo investigativo.

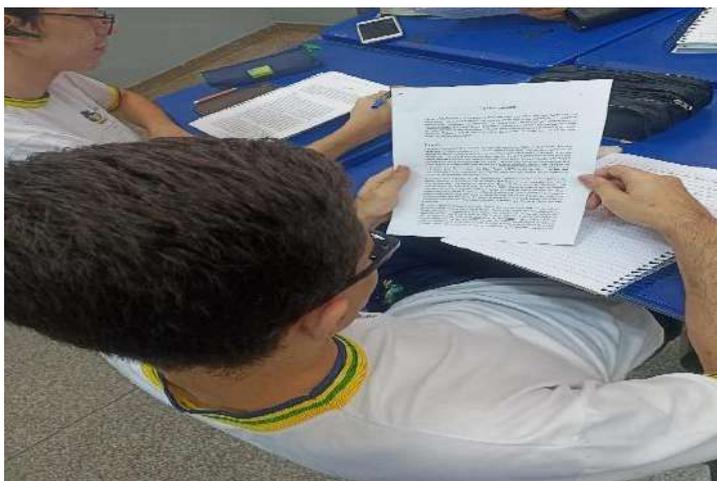
ETAPA 3

Pesquisa Bibliográfica

Na quinta aula da aplicação da SEI, os estudantes receberam um material de apoio essencial para dar continuidade à pesquisa. Cada grupo recebeu um texto biográfico sobre o cientista sorteado anteriormente: Carlos Chagas, Oswaldo Cruz, Vital Brazil, Carolina Bori ou Nise da Silveira. O professor/pesquisador explicou que esse material serviria como ponto de partida, uma espécie de guia inicial, mas destacou que seria importante os alunos ampliarem suas investigações consultando outras fontes, para que pudessem construir um entendimento mais completo e fundamentado. A ideia era que eles tivessem condições de refletir com mais profundidade sobre o problema da pesquisa e, assim, confirmar ou refutar suas hipóteses.

Cada estudante recebeu uma cópia individual do texto referente ao seu grupo, com a orientação de fazer a leitura com atenção e anotar as observações e dúvidas ao longo do processo, conforme Figuras 2 e 3. Durante a aula, o professor caminhou entre os grupos, acompanhando a leitura, ouvindo as conversas, esclarecendo pontos que causavam dúvidas e incentivando a troca de ideias.

FIGURA 2 – TEXTO COMPLEMENTAR SOBRE A BIOGRAFIA DO CIENTISTA



Fonte: Pesquisador

FIGURA 3 – TEXTO COMPLEMENTAR SOBRE A BIOGRAFIA DO CIENTISTA



Fonte: Pesquisador

Logo foi possível notar uma mudança na postura da turma. Os estudantes estavam envolvidos, curiosos, interagindo entre si, e muitos demonstravam surpresa ao descobrir aspectos da vida pessoal e profissional dos cientistas. Ficaram surpresos ao perceber que, apesar da grande importância que esses nomes têm na história da ciência brasileira, suas trajetórias

também foram marcadas por lutas, desafios e superações — muito parecidas com situações que eles próprios conhecem ou vivenciam.

Ao conversar com os grupos sobre a leitura, o professor ouviu comentários bastante significativos. Alguns alunos disseram, por exemplo, que os cientistas “eram pessoas como a gente”, e que “com esforço e coragem, também conseguiram vencer”. Essa identificação com os personagens estudados fortaleceu o sentido da atividade e aproximou ainda mais a ciência da realidade dos estudantes, tornando-a mais acessível, viva e possível.

Durante esse processo, o professor também aproveitou para destacar com os grupos alguns elementos importantes do contexto histórico em que os cientistas viveram e trabalharam — fatores políticos, sociais e econômicos que influenciaram diretamente o desenvolvimento de suas pesquisas. Esse olhar mais contextualizado ajudou os estudantes a perceberem que a ciência não acontece isolada, mas está sempre ligada ao tempo e à sociedade em que é produzida. Alguns grupos precisaram de um apoio mais direto para fazer essas conexões, e o professor esteve presente, orientando e mediando a compreensão.

Em alguns momentos, foi necessário retomar o foco da atividade com certos grupos que estavam mais dispersos, envolvidos em conversas paralelas ou distantes do objetivo da atividade. Nesses casos, o professor se aproximou com respeito, escutando os estudantes, perguntando se o texto estava claro, se o problema de pesquisa fazia sentido para todos e, quando necessário, retomando os pontos principais para que o grupo pudesse se reorganizar e continuar a atividade com mais clareza e segurança.

Antes de encerrar a aula, o professor orientou que a leitura e a análise do material deveriam ser concluídas em casa. Também adiantou que, na aula seguinte, iniciariam uma nova e empolgante etapa da SEI: a experimentação.

ETAPA 4

Pesquisa Documental

O professor iniciou a 6ª aula com uma conversa direta e acolhedora com os estudantes, explicando que aquele seria um momento muito importante dentro da Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Ele destacou que agora era a hora de cada grupo colocar no papel tudo o que havia aprendido durante as pesquisas: era o momento de responder à pergunta do problema e verificar se a hipótese levantada no início fazia ou não sentido, com base nas descobertas realizadas.

Organizados em seus grupos, os alunos começaram a elaborar as respostas. Para isso, recorreram às anotações feitas durante a aula anterior e também às informações pesquisadas em casa, conforme havia sido orientado. No entanto, um dos grupos — responsável por estudar a trajetória de Oswaldo Cruz — compartilhou que não conseguiu realizar a pesquisa complementar. Isso dificultou o avanço do grupo na construção da resposta.

Percebendo a situação, o professor prontamente entregou um texto complementar e orientou que o grupo o lesse naquele momento. Após a leitura e um bate-papo breve para tirar dúvidas, os estudantes conseguiram retomar o foco e seguir com a atividade, a qual desenvolveram o seu texto referente à resposta ao problema de pesquisa, conforme Figura 4.

Enquanto isso, o professor circulava entre os demais grupos, observando com atenção o andamento dos trabalhos. Sempre que necessário, oferecia orientações, incentivava o diálogo e ajudava a organizar as ideias. O grupo que estava estudando a cientista Carolina Bori, por exemplo, teve certa dificuldade na estruturação do texto. O professor então acompanhou mais de perto, ajudando a organizar melhor as ideias e dar mais clareza à escrita. Com isso, os estudantes desse grupo conseguiram finalizar o seu texto sobre a respostas ao problema referente à Carolina Bori, conforme Figura 5

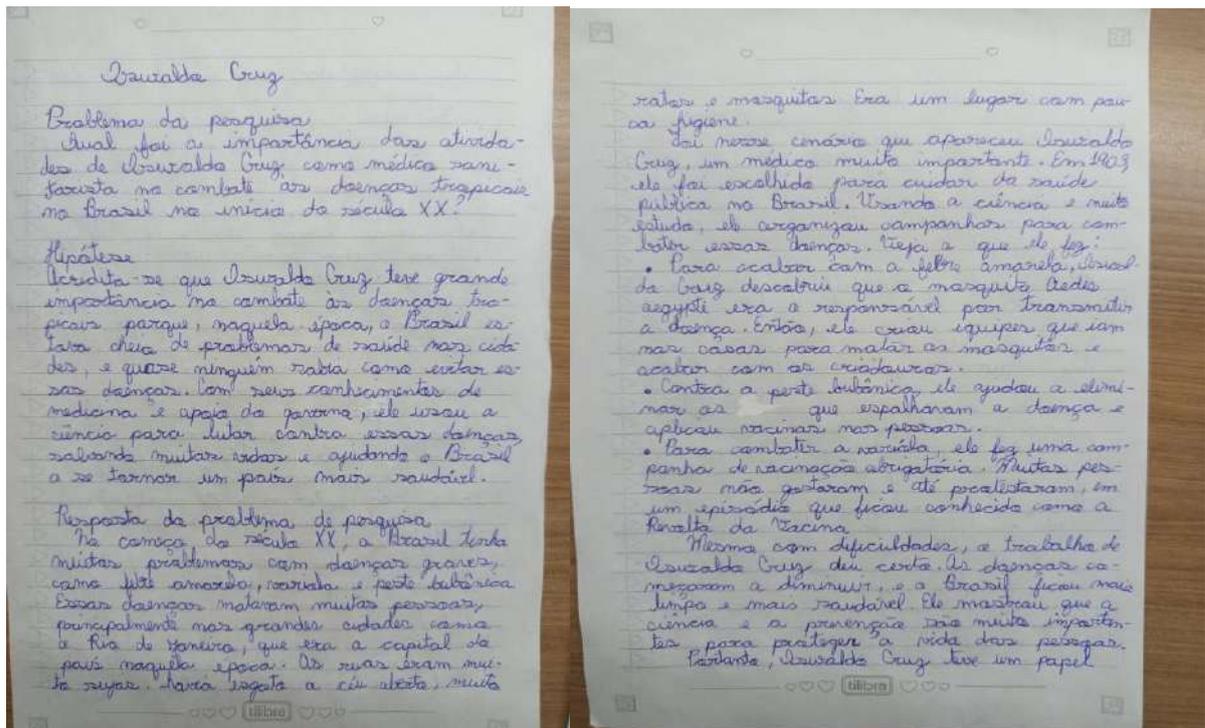
Já o grupo da cientista Nise da Silveira recebeu uma orientação específica: incluir no texto alguns aspectos históricos que contextualizassem o período em que ela atuou. A intenção era que os alunos percebessem como o ambiente social e político influenciou diretamente a forma como a pesquisadora desenvolveu seu trabalho, principalmente na área da saúde mental. Com as orientações recebidas pelo professor, os estudantes desenvolveram a sua resposta ao problema de pesquisa referente à Nise da Silvera, segundo a Figura 6.

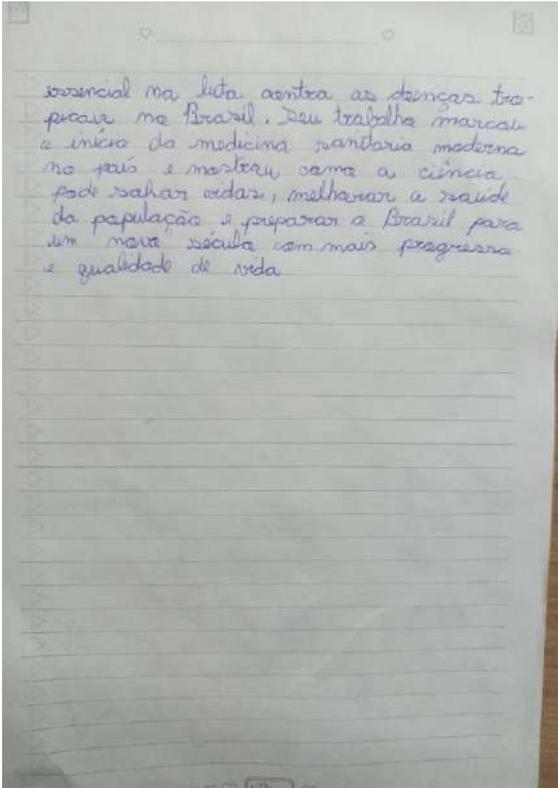
Na sequência das observações, o professor viu que o grupo responsável por Vital Brazil estava avançando de forma consistente, elaborando um texto bem estruturado, que reunia de maneira equilibrada informações sobre a vida pessoal, trajetória profissional e o contexto histórico do cientista, de acordo com a Figura 7. O grupo de Carlos Chagas também estava caminhando bem, mas precisou de alguns ajustes, especialmente em relação à ortografia e à articulação de alguns pontos históricos que a questão da pesquisa exigia. Baseado nas orientações do professor, esse grupo conseguiu finalizar a sua resposta ao problema, conforme a Figura 8.

Ao final da aula, o professor avaliou que os estudantes estavam no caminho certo. A maioria dos grupos conseguiu cumprir o objetivo da atividade: construir uma resposta coerente

e bem pensada para o problema de pesquisa. Para encerrar, orientou que todos revisassem seus textos em casa, fazendo os ajustes finais, pois na aula seguinte começariam uma nova etapa da SEI: a apresentação e discussão dos resultados. Nessa aula cada grupo deveria nomear um orador para apresentar a resposta do problema de pesquisa e demonstrar se a hipótese elaborada por cada grupo seria confirmada ou não.

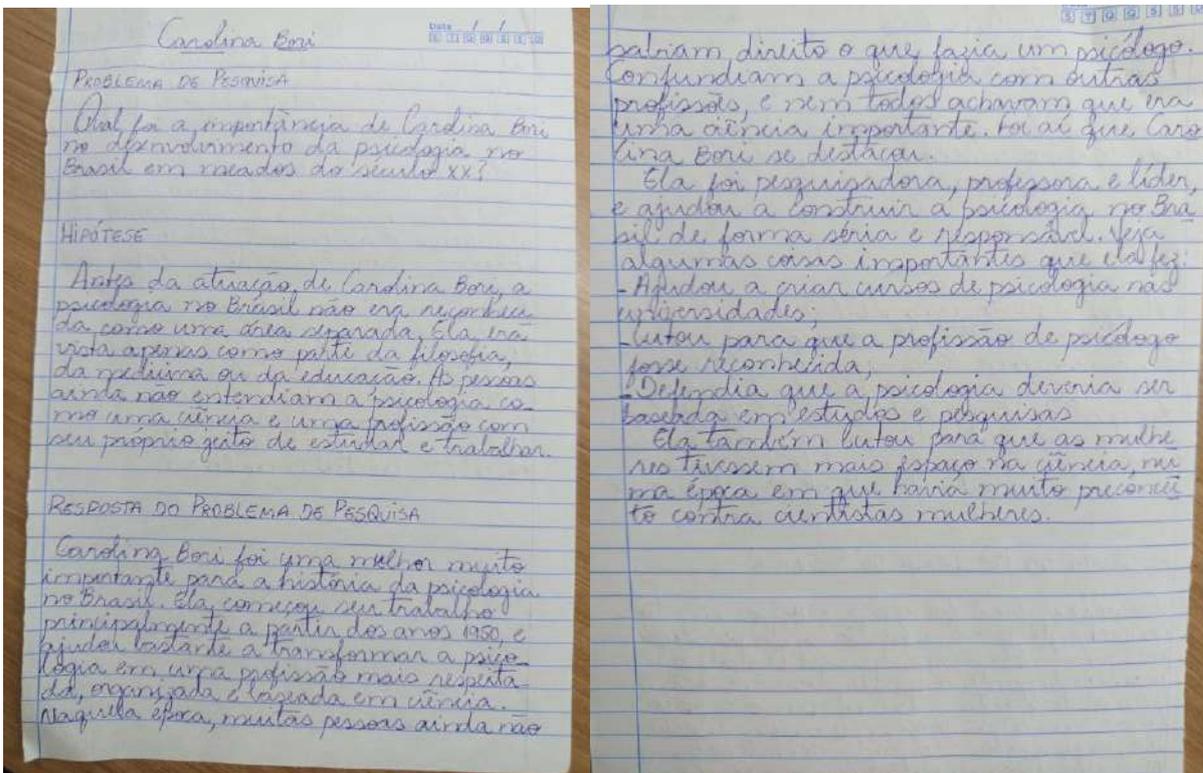
FIGURA 4 – TEXTO REFERENTE À RESPOSTA AO PROBLEMA DE PESQUISA DO CIENTISTA OSWALDO CRUZ





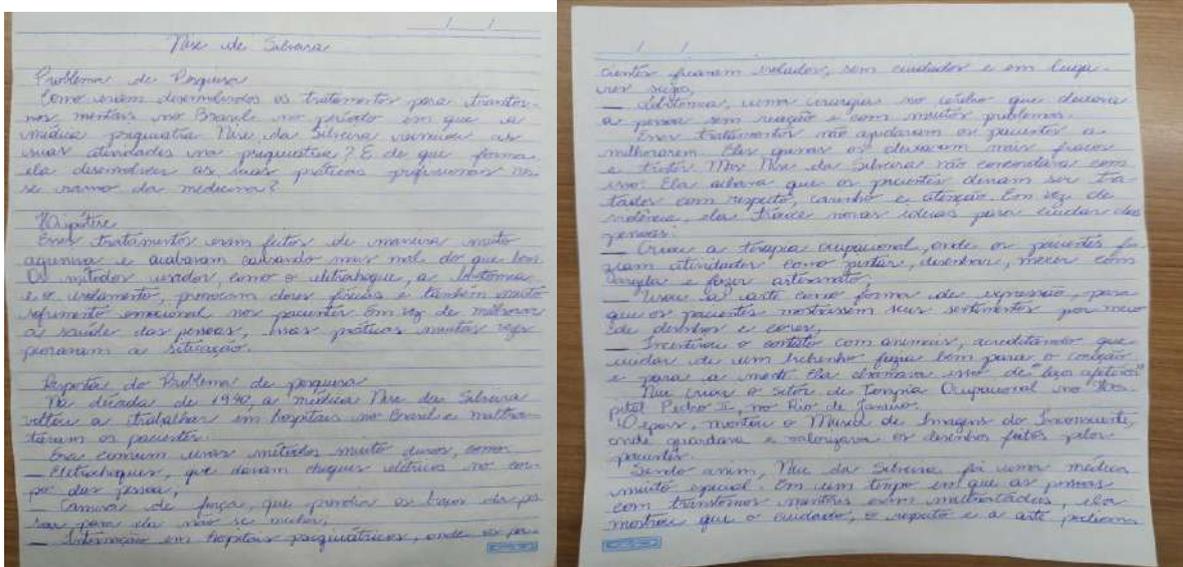
Fonte: Pesquisador

FIGURA 5 – TEXTO REFERENTE À RESPOSTA AO PROBLEMA DE PESQUISA DA CIENTISTA CAROLINA BORI



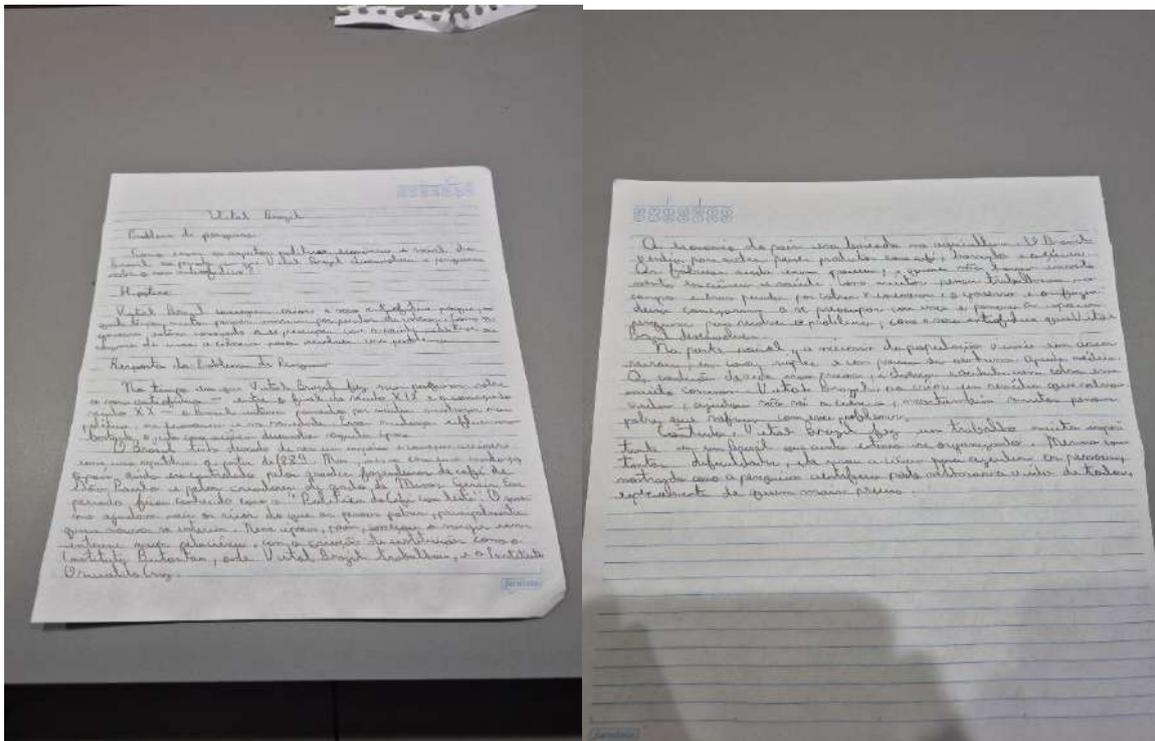
Fonte: Pesquisador

FIGURA 6 – TEXTO REFERENTE À RESPOSTA AO PROBLEMA DE PESQUISA DA CIENTISTA NISE DA SILVEIRA



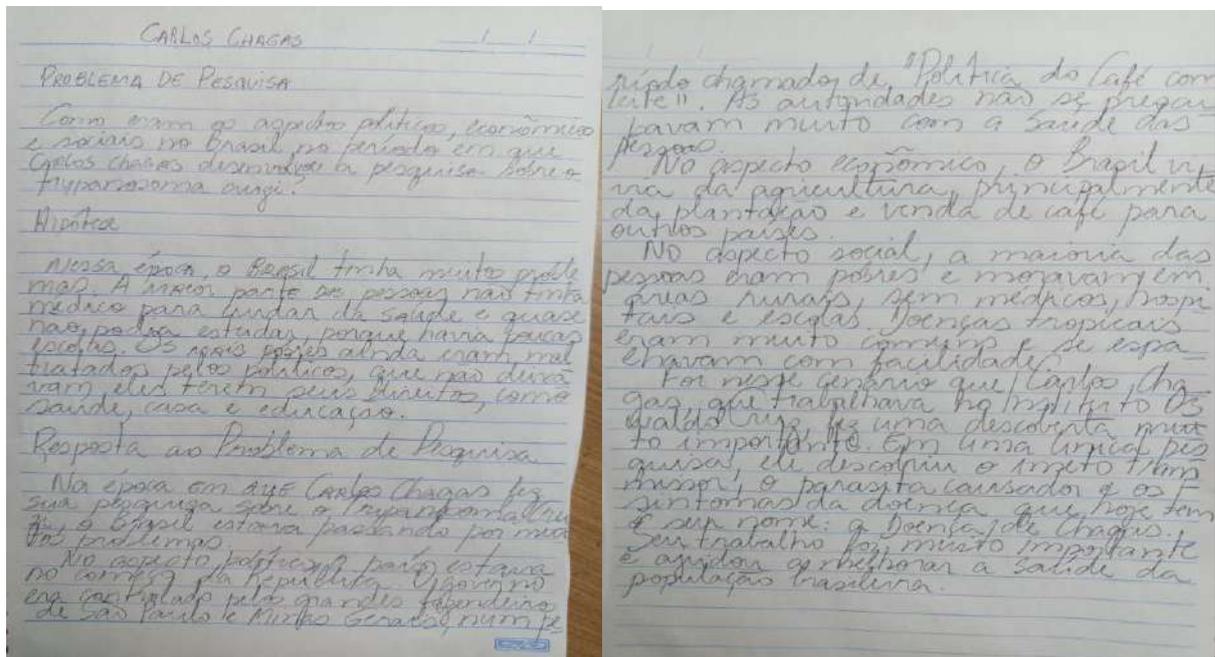
FONTE: Pesquisador

FIGURA 7 – TEXTO REFERENTE À RESPOSTA AO PROBLEMA DE PESQUISA DO CIENTISTA VITAL BRAZIL



FONTE: Pesquisador

FIGURA 8 – TEXTO REFERENTE À RESPOSTA AO PROBLEMA DE PESQUISA DO CIENTISTA CARLOS CHAGAS



Fonte: Pesquisador

ETAPA 5

Apresentação e Discussão dos Resultados

Na sétima aula da Sequência de Ensino Investigativa (SEI), o professor iniciou explicando que aquele seria um momento muito especial: a hora de cada grupo apresentar os resultados das suas pesquisas. Era o momento de descobrir se as hipóteses levantadas no início do trabalho faziam sentido com base nas investigações realizadas.

O professor então perguntou se todos os grupos estavam prontos para apresentar. Quatro dos cinco grupos disseram que sim. O grupo que ficou responsável por estudar sobre Oswaldo Cruz informou que dois colegas estavam ausentes. Mesmo um pouco inseguros, os integrantes presentes disseram que tinham levado o material necessário. O professor acolheu a situação com tranquilidade e incentivou o grupo, explicando que poderiam apresentar da melhor forma possível e que ele estaria ali para ajudá-los, se fosse preciso.

Logo depois, o professor reforçou que aquele era um espaço de diálogo, onde todos poderiam participar, expressar suas opiniões e compartilhar o que aprenderam com as pesquisas. Para começar, convidou o grupo que pesquisou sobre Carlos Chagas.

O estudante responsável pela apresentação iniciou contando que Carlos Chagas fez suas pesquisas no início do século XX, quando o Brasil ainda estava nos primeiros anos da república. A economia da época era voltada para a produção de café, principalmente nos estados de São Paulo e Minas Gerais. Esse domínio político ficou conhecido como “política do café com leite”. A maioria da população vivia em condições muito difíceis, sem acesso à saúde e à educação, e com muitas doenças se espalhando. Foi nesse cenário que Carlos Chagas, atuando no Instituto Oswaldo Cruz, fez uma descoberta muito importante: em uma única pesquisa, ele identificou o inseto transmissor, o parasita causador e os sintomas da Doença de Chagas. Seu trabalho foi um grande avanço para a ciência e para a saúde pública no Brasil.

Em seguida, o grupo que pesquisou Vital Brazil iniciou sua apresentação. Eles explicaram que esse cientista também viveu no início da república e enfrentou um contexto social semelhante, com muitas dificuldades, doenças e falta de atendimento à população. Como a maioria das pessoas vivia na zona rural, era comum o risco de picadas de cobras venenosas. Diante disso, fazendeiros e o governo perceberam a importância de apoiar pesquisas para combater esse problema. Foi assim que Vital Brazil desenvolveu o soro antiofídico, com apoio do governo de São Paulo, que criou o Instituto Butantan. Esse centro de pesquisa passou a ser liderado por ele, que contribuiu muito para proteger a população, produzindo vacinas contravenenos de animais peçonhentos.

Depois, o grupo que estudou Oswaldo Cruz fez sua apresentação. Como dois colegas não estavam presentes, os demais ficaram um pouco inseguros. O professor conversou com eles, oferecendo apoio e incentivo. Eles começaram dizendo que Oswaldo Cruz foi um médico muito importante no combate às doenças que atingiam o Brasil no início do século XX. Quando os estudantes ficaram sem saber como continuar, o professor fez algumas perguntas para ajudá-los, como: “Como era a vida nessa época? Quais eram os principais desafios?”. Os alunos responderam que o povo vivia na roça, sem atendimento médico, e sofria com muitas doenças. Quando o professor perguntou qual foi a principal contribuição de Oswaldo Cruz, os estudantes afirmaram que ele teve um papel fundamental nas ações de combate às doenças infecciosas e foi um dos grandes sanitaristas da história do Brasil.

Antes de chamar os outros grupos, o professor propôs uma reflexão para os três grupos que já haviam apresentado: “O que há em comum entre Carlos Chagas, Vital Brazil e Oswaldo Cruz?” Os alunos rapidamente responderam: “Eles viveram na mesma época”, “passaram pelas mesmas dificuldades”, “o Brasil estava em um momento difícil”. O professor explicou que isso se chama contemporaneidade, ou seja, eles viveram no mesmo período histórico e, mesmo enfrentando os mesmos desafios, contribuíram de formas diferentes para o desenvolvimento da ciência no país. Alguns alunos fizeram comentários espontâneos:

- “Professor, como a vida era difícil naquela época!”
- “O povo não tinha direito nenhum.”
- “O povo morria por qualquer coisa!”

Muitos se surpreenderam ao saber que Carlos Chagas teve grandes desafios na sua vida acadêmica, parecida com a de pessoas comuns, e que se tornou um cientista reconhecido por meio dos estudos. Isso fez com que os alunos refletissem sobre a importância da educação e como ela pode transformar vidas.

Aproveitando esse momento, o professor perguntou aos grupos de Oswaldo Cruz e Vital Brazil se também perceberam semelhanças entre os dois cientistas. O grupo de Vital Brazil respondeu que sim, destacando que, mesmo com tantas dificuldades, o cientista não desistiu, estudou muito e fez importantes contribuições para a ciência brasileira.

O professor então ampliou a discussão, perguntando: “Vocês conseguem perceber como o contexto histórico, político e social influenciou o trabalho desses cientistas?” Os alunos compreenderam bem e afirmaram que o Brasil da época enfrentava muitos problemas sociais. Disseram:

- “As pessoas viviam em condições muito difíceis.”
- “Quase não existia atendimento médico.”
- “A maioria mal tinha acesso à escola.”

Após essa conversa, o professor convidou os outros grupos a apresentarem seus trabalhos. O grupo que estudou Nise da Silveira fez sua apresentação com bastante envolvimento. Contaram que ela foi uma médica que lutou para mudar a forma como as pessoas com transtornos mentais eram tratadas. Ficaram impressionados com os métodos usados antigamente, como eletrochoques, camisas de força, internações forçadas e até lobotomias.

Explicaram que Nise acreditava que os pacientes deviam ser tratados com respeito, acolhimento e que a arte poderia ajudar nesse processo. Quando o professor perguntou como se sentiram com o que descobriram, os alunos responderam:

- “A gente ficou chocado com o que era feito.”
- “Hoje melhorou muito o tratamento.”

Por fim, o grupo que pesquisou Carolina Bori explicou que ela foi uma das responsáveis por fortalecer a psicologia como ciência no Brasil. Contaram que ela enfrentou muitos desafios, pois, na época, a psicologia ainda era pouco valorizada. Mesmo assim, com dedicação e esforço, ela conseguiu transformar a psicologia em uma profissão reconhecida. Sua atuação deixou um legado importante para a ciência e para a educação brasileira.

4.2.4.1.- Grupo Focal

Neste dia, foi realizada a atividade com grupos focais, momento pensado com cuidado para ouvir de forma mais próxima as vozes dos estudantes participantes da pesquisa. A organização da entrevista seguiu as orientações de Dias (2000), que sugere a formação de grupos com, no mínimo, seis e, no máximo, dez participantes — número considerado ideal para garantir uma boa troca de ideias sem comprometer a condução por parte do moderador. Assim, nesta pesquisa, foram formados três grupos: dois com nove alunos e um com oito estudantes, todos voluntários e previamente convidados a participar desse momento de diálogo e reflexão coletiva.

Para que o grupo focal acontecesse da melhor forma possível, foram seguidas recomendações importantes: o ambiente precisava ser acolhedor, tranquilo e imparcial, e as cadeiras deveriam estar dispostas em círculo, favorecendo o olhar, a escuta ativa e a interação respeitosa entre todos os presentes (Dias, 2000; Iervolino; Pelicioni, 2001; Borges; Santos, 2005). Assim, escolheu-se a sala de informática da escola, um espaço silencioso e confortável, onde as cadeiras foram cuidadosamente organizadas em roda, criando uma atmosfera de diálogo horizontal e inclusivo.

Antes de iniciar a conversa, os estudantes foram acolhidos e informados sobre os objetivos da pesquisa, bem como sobre seus direitos enquanto participantes. Conforme orienta

Dias (2000), foi reforçado que a participação era voluntária, que ninguém seria obrigado a responder e que tudo o que fosse compartilhado ali seria tratado com sigilo absoluto, respeitando os princípios éticos que regem as pesquisas com seres humanos.

O papel do moderador foi conduzido com muito cuidado e sensibilidade. Cabia a ele recepcionar os participantes de forma gentil, criar um clima de confiança, encorajar a participação de todos e facilitar o andamento da conversa, garantindo que o tempo fosse respeitado e que todos tivessem a chance de se expressar. Ainda assim, era fundamental que o moderador mantivesse uma postura neutra e respeitosa, evitando qualquer influência nas falas ou opiniões dos participantes (Westphal et al., 1996; Dias, 2000; Iervolino; Pelicioni, 2001; Borges; Santos, 2005).

Autores como Morgan (1997) e Dall’Agnol et al. (2012), no entanto, chamam a atenção para o fato de que a neutralidade absoluta é praticamente impossível — mesmo com a melhor das intenções, o moderador sempre exerce algum tipo de influência, muitas vezes de forma sutil ou inconsciente.

Além do moderador, a atividade contou com o apoio fundamental de um observador, figura indispensável para garantir que todos os detalhes importantes fossem registrados. Como destacam Dall’Agnol e Trench (1999), o observador tem um papel estratégico: ajuda na organização da entrevista, cuida dos equipamentos de gravação e faz anotações em um diário de campo, registrando expressões, reações, falas marcantes e outros aspectos que enriquecem a compreensão dos dados coletados.

Todo esse momento foi cuidadosamente planejado e estruturado com base nos momentos-chave sugeridos por Dall’Agnol e Trench (1999), conforme apresentado no Quadro 3.

QUADRO 3 – Esquema para representar os momentos-chave do grupo focal

- 1.- Abertura da sessão: desejar boas-vindas aos alunos e apresentar os objetivos da entrevista.
- 2.- Esclarecimento sobre a dinâmica: explicar aos alunos como será realizada a entrevista.
- 3.- Esclarecimento do *setting*: é o momento em que são instituídas as normas fundamentais para a entrevista, de acordo com os valores e perspectivas dos participantes.
- 4.- Debate.

5.- Síntese dos momentos anteriores.

6.- Encerramento da sessão: agradecimentos

Fonte: Pesquisador

Seguindo as ideias de Dall’Agnol e Trench (1999), foi preparado um guia de temas, de acordo com o Quadro 4, a partir dos objetivos principais da pesquisa. Esse guia trouxe um resumo claro do que se queria alcançar e das perguntas que seriam feitas durante a entrevista. Ele funcionou como um roteiro de apoio, ajudando a manter a conversa organizada e objetiva, mas sem prender os participantes a respostas engessadas. Assim, foi possível garantir que os assuntos mais importantes fossem tratados de forma natural, clara e com abertura para que todos pudessem se expressar.

QUADRO 4 – Guia de temas para o debate

GUIA DE TEMAS PARA O DEBATE
<p>1ª ETAPA – História da Ciências</p> <p>Objetivos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observar a visão dos alunos sobre a importância da história da ciência no desenvolvimento científico - Levar os estudantes a identificarem as influências históricas, sociais, econômicas e política na produção da ciência - Conduzir os estudantes a constatar as mudanças na ciência mediante os aspectos históricos, sociais, econômicos e políticos a partir da história da ciência - Questionar os estudantes se conhecer a história da ciência motiva o aprendizado em ciências <p>Questões</p> <p>01) Qual a importância que você atribui à história da ciência no estudo das disciplinas científicas?</p> <p>02) Aprender sobre os cientistas e suas trajetórias influenciou sua motivação para aprender ciências? Explique.</p>

03) Ao conhecer a história da ciência, você percebeu mudanças na forma como a ciência é feita e percebida ao longo do tempo? Explique.

04) Você acha que a história da ciência ajuda a perceber como fatores sociais, culturais e econômicos influenciam o desenvolvimento científico? Por quê?

2ª ETAPA – Ensino por Investigação

Objetivos

- Levar o estudante a relacionar as aulas tradicionais e as aulas com a abordagem do ensino por investigação
- Refletir sobre a contribuição do ensino por investigação no aprendizado do estudante
- Verificar se o ensino por investigação proporcionou aos estudantes o sentimento de protagonismo na aplicação da SEI
- Analisar se o ensino por investigação proporcionou habilidade em trabalho em equipe, pensamento crítico e resolução de problemas

Questões

01) Como você percebe o ensino por investigação em comparação com as aulas tradicionais? Quais aspectos mais chamaram sua atenção?

02) Você acredita que o ensino por investigação contribui para seu aprendizado de forma mais significativa? Por quê?

03) O ensino por investigação permitiu que você se sentisse mais protagonista do seu próprio aprendizado? Por que sim ou por que não?

04) Na sua opinião, o ensino por investigação ajuda a desenvolver habilidades como trabalho em equipe, pensamento crítico e resolução de problemas? Explique com base na sua experiência.

Fonte: Pesquisador

Demos início ao grupo focal com a participação de nove estudantes. Para tornar o momento mais receptivo e facilitar o diálogo, organizamos a sala de informática com as cadeiras em círculo e projetamos as perguntas em slides. A ideia era criar um ambiente confortável, leve e propício à escuta e à troca de ideias. Na intenção de observar o entendimento dos estudantes, criamos alguns códigos³ que representem as suas falas de acordo com os grupos.

O professor começou a conversa contextualizando as perguntas relacionadas à História da Ciência e lançou a primeira questão para abrir as reflexões: “Qual a importância que você atribui à História da Ciência no estudo das disciplinas científicas?” Percebendo que alguns alunos estavam um pouco inseguros no início, o professor retomou brevemente os temas já trabalhados na Sequência de Ensino Investigativa (SEI), principalmente as pesquisas sobre cientistas brasileiros, o que ajudou os estudantes a se situarem melhor e se sentirem mais à vontade para participar.

A partir daí, os estudantes participaram com mais clareza. Um dos comentários realizados pelo G1 foi: “A gente acha que a História da Ciência é importante porque ajuda a entender como as coisas foram descobertas e como a ciência foi mudando com o tempo.” Muitos alunos, como exemplo do G3 e G5, disseram que, ao estudarem sobre os cientistas brasileiros, passaram a enxergar a ciência de uma forma diferente, afirmando que tiveram “uma visão melhor da ciência”. Também contaram (G1) que ficaram surpresos quando o professor anunciou que iriam trabalhar a História da Ciência nas aulas de Ciências, pois, para muitos, essas áreas “não tinham nada a ver” uma com a outra. No entanto, à medida que entenderam a proposta da SEI, perceberam que aquela abordagem era diferente do que estavam acostumados — e isso despertou neles interesse e curiosidade.

Ao longo da conversa, os estudantes compartilharam que a presença da História da Ciência nas aulas contribuiu muito para a compreensão dos conteúdos. Alunos do G4, disseram

³ CÓDIGOS – G1: representam as falas dos estudantes referentes ao grupo do cientista Carlos Chagas; G2: representam as falas dos estudantes referentes ao grupo do cientista Vital Brazil; G3: representam as falas dos estudantes referentes ao grupo do cientista Oswaldo Cruz; G4: representam as falas dos estudantes referentes ao grupo da cientista Nise da Silveira; G5: representam as falas dos estudantes referentes ao grupo da cientista Carolina Bori.

que o aprendizado ficou “mais fácil e mais prazeroso”, e que passaram a entender melhor como a ciência foi sendo construída ao longo do tempo — não de forma mágica ou instantânea, mas com muito esforço, tentativas, erros, acertos e dedicação de muitas pessoas.

Em seguida, o professor perguntou: “Depois de conhecer a História da Ciência, vocês perceberam mudanças na forma como a ciência é feita e compreendida ao longo do tempo?” A maioria respondeu que sim. Os estudantes do G1, G2 e G5, comentaram que antes pensavam que a ciência era algo distante, só de laboratório, e que “não tinha nada a ver com fatos históricos”. Ficaram impressionados ao perceber que a ciência está totalmente conectada com o tempo e o contexto em que acontece. Uma aluna G1 resumiu bem esse sentimento ao dizer: “Quando a gente aprende sobre os cientistas e o que eles passaram, dá pra ver que a ciência não apareceu do nada. Teve muito esforço, erro, acerto e também muita coisa acontecendo na sociedade.”

A conversa seguiu com uma nova pergunta: “Vocês acham que os aspectos históricos, sociais, políticos e econômicos influenciam o desenvolvimento da ciência?” Mais uma vez, a maioria concordou. Muitos disseram que essa foi uma das descobertas mais marcantes da SEI, pois até então viam a ciência como algo separado da realidade. Agora, com a nova abordagem, todos entenderam que “a ciência está ligada com a vida das pessoas, com o tempo em que elas viveram e com os problemas que elas queriam resolver.”

Os estudantes do G1, G2 e G5 afirmaram que passaram a compreender que “a ciência depende da sociedade” e que “não se faz ciência sem considerar as necessidades do povo.” Essas falas revelam como a abordagem investigativa, junto com a História da Ciência, ampliou o olhar dos alunos sobre o verdadeiro papel da ciência: um saber construído a partir das necessidades humanas, capaz de transformar a realidade e contribuir para a construção de um mundo melhor.

Dando continuidade à conversa, o professor conduziu novas reflexões com os estudantes, agora focadas no ensino por investigação. Para iniciar o diálogo, lançou a seguinte pergunta: “Como você percebe o ensino por investigação em comparação com as aulas tradicionais? Quais aspectos mais chamaram sua atenção?”

A reação dos estudantes foi bastante positiva. Eles afirmaram que esse tipo de aula foi algo novo e diferente, pois nunca haviam participado de atividades nesse formato. Os estudantes (G1, G2, G4, G5) afirmaram que, nas aulas tradicionais, “o professor fala, e a gente só escuta e copia do quadro”, mas que o que mais chamou atenção no ensino por investigação foi o fato de

“poder participar mais, fazer perguntas, pensar, pesquisar e procurar as respostas junto com os colegas”. Para eles, essa proposta “deixou a aula mais divertida e deu mais vontade de aprender”, principalmente por permitir “conversar em grupo, investigar e perceber que a nossa opinião também é importante”. Diante disso, vemos em Azevedo (2006) que as atividades investigativas podem ser úteis para desmistificar essas visões equivocadas, pois permitem que os estudantes compreendam que o conhecimento científico ocorre através de uma construção, que não é linear e não se inicia a partir de uma observação, pois essa é precedida de muitas teorias.

Em seguida, o professor questionou se eles se sentiram protagonistas do próprio aprendizado durante as atividades investigativas. A resposta foi unânime: os estudantes (G1, G2, G3, G4, G5) disseram que se sentiram muito mais participativos e envolvidos. Como relataram, “com o ensino por investigação, eu me senti mais parte da minha própria aprendizagem”, destacando que foi importante “poder dar nossas opiniões e ajudar a construir o que estávamos aprendendo”. Muitos completaram dizendo que “isso fez a aula ficar mais legal e me fez perceber que aprender também depende de mim”. Com isso, podemos observar em Munford e Lima (2007), que o Ensino de Ciências por Investigação é um exemplo de ideia diferenciada para as aulas de ciências, que podem auxiliar o professor a fugir das estratégias predominantes na sala de aula, baseadas em aulas expositivas, com alunos que atuam como expectadores e o professor como detentor do conhecimento.

Para concluir a roda de conversa, o professor perguntou se essa abordagem ajudou a desenvolver habilidades como trabalho em equipe, pensamento crítico e resolução de problemas. Mais uma vez, os estudantes (G1, G2, G4) foram enfáticos em dizer que sim. Relataram que gostaram muito de trabalhar em grupo, pois isso ajudou a desenvolver o pensamento crítico e facilitou na hora de resolver os desafios propostos. Como descreveram, “nas atividades, a gente conversa com os colegas, escuta as ideias deles, dá a nossa opinião e decide juntos o que fazer”. Essa troca de ideias ajudou a manter o foco, porque “a gente precisava pensar e refletir para conseguir responder o problema”. Eles também disseram que “aprendemos a prestar mais atenção, pensar antes de responder e procurar as respostas por conta própria”.

Essas falas demonstram o quanto a abordagem do ensino por investigação promoveu um ambiente mais dinâmico, colaborativo e significativo para a aprendizagem dos estudantes, despertando o interesse, a participação ativa e o desenvolvimento de competências importantes para a formação crítica, científica e cidadã.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito desta dissertação foi investigar como a História da Ciência (HC) e o Ensino por Investigação podem caminhar juntos para enriquecer o ensino de Ciências. Assim, desenvolvemos a pesquisa com esse propósito.

Ao longo da pesquisa, percebemos que a História da Ciência exerce um papel fundamental: ela mostra que a ciência não surge de maneira isolada ou desconectada da realidade, mas sim em diálogo constante com os contextos sociais, políticos e econômicos. Assim, os estudantes compreendem que as descobertas científicas não são fruto de “misticismo” ou apenas de “gênios em laboratórios”, mas de pessoas que responderam a necessidades concretas da humanidade. Essa abordagem aproxima a ciência da vida cotidiana, tornando o aprendizado mais acessível, humano e significativo.

Da mesma forma, o Ensino por Investigação revelou-se um recurso valioso. Inspirados em autores como Zompero e Carvalho, os alunos foram convidados a experimentar, de maneira prática, as etapas de uma pesquisa científica. Nesse processo, puderam perceber que investigar não é privilégio de poucos, mas uma possibilidade ao alcance de todos, desde que sejam respeitados os métodos e procedimentos adequados. Essa vivência trouxe à tona a noção de que a ciência é construída coletivamente e pode ser compreendida na prática escolar.

Combinando essas duas perspectivas — História da Ciência e Ensino por Investigação — foi possível oferecer aos alunos uma visão mais realista da ciência: ao mesmo tempo em que eles entenderam sua dimensão histórica e social, também se sentiram capazes de agir como sujeitos ativos no processo investigativo.

Em síntese, a pesquisa evidenciou que essas estratégias ajudam os estudantes a perceberem a ciência não como algo distante ou inalcançável, mas como uma construção humana, próxima da sua realidade. Isso foi essencial para o progresso da sociedade e para a solução dos desafios que enfrentamos no dia a dia.

4.2.- REFERÊNCIAS

ABRANTES A. C. S.; Azevedo, N. . O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura e a institucionalização da ciência no Brasil, 1946–1966. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas, v. 5, n.2, 469–492. 2010.

AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. Anna Maria pessoa de carvalho (Org). São Paulo. Thomson. 2006.

BACHELARD, G. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro, RJ: Contraponto, 1996.

BARRA, V.; LORENZ, K. M. Produção de materiais didáticos de ciências no Brasil - período 1950 a 1980. Ciência e Cultura, Campinas, v. 38, n.3, p. 1970-1983, 1986.

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. In: Journal of Science Teacher Education, 2006, 17:265–278, Springer 2006.

BEZERRA, A.S.; PORTO, M.D. Prevenção ao fenômeno bullying: um estudo com grupos focais sobre o papel social do professor. 1 ed. Curitiba: CRV, 2010. 88p.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional E Tecnológica. Base Nacional Comum Curricular. 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>>.

BIZZO, N. Ciências: fácil ou difícil? São Paulo: Editora Ática, 1998. 144p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>>.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

CACHAPUZ, A.F; PRAIA, J.F; JORGE, M. P. Perspectivas de ensino das Ciências. Porto: Eduardo & Nogueira, 2000. p. 75.

CARLINI-COTRIM, B. Potencialidades da técnica qualitativa grupo focal em investigações sobre abuso de substâncias. Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 30, n.3, p. 285-293, 1996.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVEZ FILHO, J. de P. Potencialidades do ensino por investigação para Promoção da motivação autônoma na educação científica. Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.8, n.1, p.101-129, 2015.

CUNHA, M. V. John Dewey: Filosofia, Política e Educação. Perspectiva, v. 19, n. 2, p. 371-388, 2001.

DALL'AGNOL, C.M. et al. A noção de tarefa nos grupos focais. Rev Gaúcha Enferm., Porto Alegre, v.33, n.1, p.186-190, 2012.

DEWEY, J. Democracia e educação: introdução a Filosofia da Educação. 3 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DIAS, C.A. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. Informação & Sociedade: Estudos, João Pessoa, v.10, n.2, p.1-12, 2000.

DUARTE, M. C. A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. Ciência & Educação, Bauru, v.10, n. 3, p.317-331, 2004.

FRANCO, M. A. S. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, set./dez. 2005.

GOMES, A.A. Apontamentos sobre a pesquisa em educação: usos e possibilidades do grupo focal. Eco S Revista Científica, São Paulo, v.7, n. 2, p. 275-290, 2005a.

GOMES, S.R. Grupo focal: uma alternativa em construção na pesquisa educacional. Cadernos de Pós-Graduação, São Paulo, v. 4, Educação, p. 39-45, 2005b.

HODSON, D. Teaching and learning science: Towards a personalized approach. Open University Press, Buckingham, 1998.

_____. Experiência e Educação. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1971.

IERVOLINO, S.A.; PELICIONI, M.C.F. A utilização do grupo focal como metodologia qualitativa na promoção da saúde. Revista da Escola de Enfermagem da USP, São Paulo, v. 35, n.2, p. 115-121, 2001.

KRASILCHIK, M. Reformas e Realidade: o caso do ensino de Ciências. São Paulo em Perspectiva, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KRASILCHIK, M. O professor e o currículo das ciências. São Paulo: EDUSP, 1987.

MARTINS, A. F. P. História, filosofia, ensino de Ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. Educação: Teoria e Prática – v. 22, n. 40, p. 6-25, mai./ago. – 2012. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/eduteo/v22n40/v22n40a02.pdf>. Acesso: 15 de Maio de 2014.

MOREIRA, M. A. Uma abordagem cognitivista ao ensino de física. Porto Alegre - RS: Editora da Universidade, 1983.

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

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. Revista HISTEDBR Online, Campinas, n.39, p. 225-249, set. 2010. ISSN: 1676-2584. Lido em: 03/04/2025.

PESSOA-PINTO, H. P. Crítica ao pragmatismo a partir de uma reflexão sobre o papel da ciência no projeto filosófico de John Dewey. 2004. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

POZO, J. I.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M. D. P. La solución de problemas. Madri: Santillana, 1994.

POZO, J. I. A solução de problemas. Porto Alegre, RS: Artmed, 1998.

ROCHA, T. C.; SCHNETZLER, R. P. Tendências da pesquisa sobre ensino de Química em práticas pedagógicas de futuros professores. Disponível em: 141<<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/264.pdf>> Acesso em: 14/11/2011.

RODRIGUEZ, J et al. Como enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. Investigación em la escuela, n. 25. 1995

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013, cap. 3, p. 41-61.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. Revista Tópicos Educacionais, Recife, v. 23, n.1, p.7-27, jan/jun. 2017.

SANDOVAL, W. A.; MILLWOOD, K. A. The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, v.23 ,n.1,p. 23-55. 2005 doi: https://doi.org/10.1207/s1532690xci2301_2

SPRING, Joel. *American Education*. 19. ed. New York: Routledge, 2022.

WESTPHAL, M.F.; BÓGUS, C.M.; FARIA, M.M. Grupos focais: experiências precursoras em programas educativos em saúde no Brasil. Boletim de La oficina Sanitária Panamericana, v. 120, n. 6, p. 472-82, 1996.

WONG, D . PUGH, K. Learning Science: A Deweyan Perspective In: *Journal of research in science teaching*. v. 38, n. 3, p. 317-336. 2001.

ANEXO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
GOIÁS - UEG



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: O ENSINO DE CIÊNCIAS INTEGRADO À HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Pesquisador: LEONARDO GIMENES FERREIRA

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 80339934.2.0000.8113

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.448.985

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas dos arquivos Informações Básicas da Pesquisa ("PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2277927" de 06/01/2025) e RECURSO_PARECER.pdf de 09/02/2025.

Desenho:

Pesquisa em Ensino de Ciências com abordagem em História das Ciências por meio do ensino por investigação.

Resumo:

A pesquisa será realizada no ensino básico, com alunos da rede pública estadual no ensino médio, com ênfase no ensino de ciências com abordagens em história das ciências através do ensino por investigação. A abordagem tem o intuito de buscar e proporcionar mecanismos de aprendizagem no ensino de ciências que propiciem aos estudantes um entendimento que os aproxime do ensino de ciências.

Endereço: BR 153 Quadra Área, Km 99, Bloco III, Tâncos
Bairro: FAZENDA BARREIRO DO MEIO CEP: 75.132-000
UF: GO Município: ANAPÓLIS
Telefone: (55)3328-1439 E-mail: cep@ueg.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
GOIÁS - UEG



Continuação do Parecer: T-441/2025

LEONARDO GIMENES FERREIRA

CAAE 80339924.2.0000.8113

RESPOSTA AO RECURSO

Estes colegiados vota pela aprovação, porém solicita ao pesquisador anexar na plataforma os seguintes documentos:

- Carta de anuência assinada pela direção da Unidade Escolar onde a pesquisa será aplicada dando ciência da alteração de cronograma.
- Projeto completo atualizado com as informações apresentadas no recurso
- TCLE, TALE conferidos e atualizados
- PB_informações básicas atualizados com as informações apresentadas no recurso.

Análise do parecerista (versão 3):

O pesquisador apresentou os documentos solicitados com as devidas alterações.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezados pesquisadora, LEONARDO GIMENES FERREIRA

informamos que o Comitê de Ética em Pesquisa/CEP-UEG considera o presente protocolo **APROVADO**. Reiteramos a importância deste Parecer Consubstanciado e lembramos que os relatórios de pesquisa devem ser enviados semestralmente, comunicando ao CEP a ocorrência de eventos adversos esperados ou não esperados, conforme disposto na Norma Operacional do CNS nº 001/2013 via modelo de relatório disponível no site do CEP/UEG. A submissão do mesmo deverá ocorrer no formato de **NOTIFICAÇÃO** via Plataforma Brasil. O prazo para a entrega do relatório final (modelo também disponível no site do CEP/UEG), via notificação na Plataforma Brasil, é de até 30 dias após o encerramento da pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Recurso do Parecer	recurso.pdf	09/03/2025 11:18:15		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE_PAIS_RESPONSAVEL.pdf	09/03/2025 11:17:22	LEONARDO GIMENES	Aceito

Endereço: BR 153 Quadra Área, Km 09, Bloco II, Tâncos
Bairro: FAZENDA BARRIDO DO MEIO CEP: 75.132-903
UF: GO Município: ANAPÓLIS
Telefone: (52)3328-1439 E-mail: cep@ueg.br



SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA:

INTEGRANDO HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Leonardo Gimenes Ferreira
Dra. Héli da Ferreira da Cunha

Tipo/Categoria do Produto
Material Didático Instrucional

INTEGRANDO HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO
DE CIÊNCIAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Leonardo Gimenes Ferreira
Dra. Héli da Ferreira da Cunha

2025

Ficha Catalográfica

Ge

GIMENES FERREIRA, LEONARDO
O ENSINO DE CIÊNCIAS INTEGRADO À HISTÓRIA DAS
CIÊNCIAS POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO / LEONARDO
GIMENES FERREIRA; orientador HÉLIDA FERREIRA DA CUNHA.
-- ANÁPOLIS, 2025.
115 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) -- Câmpus
Central - Sede: Anápolis - CET - HENRIQUE SANTILLO,
Universidade Estadual de Goiás, 2025.

1. ENSINO DE CIÊNCIA. 2. HISTÓRIA DA CIÊNCIA. 3.
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO. 4. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA. 5.
SEQUÊNCIA DE ENSINO . I. FERREIRA DA CUNHA, HÉLIDA,
orient. II. Título.

SUMÁRIO

Apresentação	05
POR QUE INTEGRAR A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COM O ENSINO DE CIÊNCIAS?	06
ENSINO POR INVESTIGAÇÃO - APRENDER FAZENDO CIÊNCIA	08
UM CONVITE À TRANSFORMAÇÃO	11
PASSO A PASSO DA SEI	12
ETAPA 1	13
ETAPA 2	16
ETAPA 3	19
ETAPA 4	24
ETAPA 5	26
ETAPA 6	28
Referências	30

APRESENTAÇÃO

Olá, colegas professores de Ciências da Natureza!

Sabemos bem quantos desafios o ensino de Ciências tem enfrentado nos dias de hoje. Muitas vezes, ainda nos vemos presos a modelos tradicionais de ensino-aprendizagem, centrados na simples transmissão de conteúdos, que acabam não contemplando as verdadeiras necessidades dos nossos estudantes. Eles precisam — e merecem — um ensino que seja mais crítico, que faça sentido para o mundo em que vivem, que dialogue com suas experiências e desperte sua curiosidade. Além disso, não podemos ignorar um problema bastante comum: a forma como a ciência é muitas vezes apresentada, tanto na escola quanto fora dela. É muito frequente encontrarmos discursos que colocam a ciência como um tipo de “resposta para tudo”, um conhecimento absoluto, infalível, restrito a alguns poucos “gênios” isolados. Esse imaginário acaba distanciando a ciência do cotidiano e da realidade dos nossos alunos, criando a ideia de que ela não lhes diz respeito — quando, na verdade, diz e muito. Por isso, propomos a integração da História da Ciência no Ensino de Ciências mediante a prática do Ensino por Investigação. Veremos alguns aspectos que demonstram a necessidade dessa relação no ensino de ciências para que o estudante consiga entender a importância do Ensino de Ciência para a sua vida diária.

POR QUE INTEGRAR A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COM O ENSINO DE CIÊNCIAS?

É justamente pensando nesses desafios que queremos propor a vocês um caminho diferente e muito mais instigante: o desenvolvimento de uma **Sequência de Ensino Investigativa (SEI)** que una a **História da Ciência (HC)** ao ensino de Ciências, tendo o **Ensino por Investigação** como nosso fio condutor. Mas afinal, por que trazer a História da Ciência para dentro da sala de aula? Para entender a ciência que temos hoje — com todos os seus avanços, descobertas, dilemas e impactos — é fundamental conhecer o caminho que ela percorreu ao longo do tempo. A ciência não surgiu pronta nem avançou de forma reta e previsível; ela foi (e continua sendo) construída aos poucos, marcada por debates, disputas de ideias, interesses econômicos, políticos e sociais, além de muitas tentativas, erros e recomeços. Como bem afirmam Sequeira & Leite (1988), “a evolução da ciência e da técnica está cada vez mais atrelada a decisões político-sociais”. Ou seja, ciência e sociedade não existem separadas — caminham lado a lado, influenciam-se mutuamente e se transformam juntas. Também Chassot (2003) reforça que “não há como fazer ciência sem considerar o contexto cultural e social em que ela é produzida”, mostrando o quanto o saber científico é profundamente humano. Quando trazemos a História da Ciência para o centro do nosso trabalho pedagógico, mostramos aos estudantes que o conhecimento científico não nasceu do nada, tampouco foi obra de uns poucos “gênios iluminados” que agiram sozinhos e de forma infalível. Pelo contrário: a ciência é fruto do esforço coletivo de pessoas reais, que viveram em contextos históricos, sociais, políticos e culturais muito específicos. Pessoas que, assim como nós e nossos alunos, enfrentaram incertezas, erraram, acertaram, foram criticadas, questionaram e também foram questionadas.

Isso humaniza a ciência. Faz com que nossos alunos percebam que o conhecimento científico não é um patrimônio distante, inacessível ou reservado a uma elite intelectual. Pelo contrário: é um processo vivo, construído por seres humanos como eles, que podem — e devem — participar ativamente disso. Eles passam a entender que também podem questionar, investigar, propor soluções e, quem sabe, deixar sua marca, contribuindo para o avanço da sociedade.

HUMANIZAR O FAZER CIENTÍFICO

APROXIMAR A CIÊNCIA DOS ALUNOS

FORMAR CIDADÃOS MAIS CRÍTICOS

CONSCIENTIZAR O PAPEL DA CIÊNCIA NO MUNDO

Gil-Pérez et al. (2001) destacam que compreender como a ciência se desenvolveu historicamente ajuda os estudantes a perceberem “que o conhecimento científico é provisório, sujeito a revisões e construído socialmente”, o que amplia sua visão crítica e os distancia de uma concepção dogmática da ciência. Assim, ao integrar a História da Ciência ao nosso ensino, não só tornamos as aulas mais interessantes e contextualizadas, mas também ajudamos a formar cidadãos mais críticos, reflexivos e conscientes do papel da ciência no mundo — e do papel que eles mesmos podem exercer como agentes dessa transformação.

ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: APRENDER FAZENDO CIÊNCIA

Para dar vida a tudo o que discutimos até aqui, vamos adotar o Ensino por Investigação, uma metodologia que coloca o aluno como protagonista do processo, convidando-o a compreender e a vivenciar como realmente pensa e age a ciência. Essa abordagem rompe com aquele modelo tradicional em que o professor fala e o estudante apenas escuta e memoriza. Aqui, o estudante experimenta, questiona, constrói e reconstrói ideias – vivendo o papel de quem faz ciência.

Como explica Hodson (1993), o ensino por investigação “permite que os alunos desenvolvam uma compreensão mais autêntica da ciência, pois participam ativamente da construção do conhecimento científico, em vez de apenas reproduzi-lo”, segundo a Figura 1, que demonstra ainda a conexão com a História da Ciência. O National Research Council (2000) vai além e destaca que, ao investigar, os estudantes “aprenderão ciências ao mesmo tempo em que aprenderão sobre ciência”, ou seja, eles absorvem conteúdos, mas também entendem como o conhecimento científico é construído, quais seus limites e implicações.

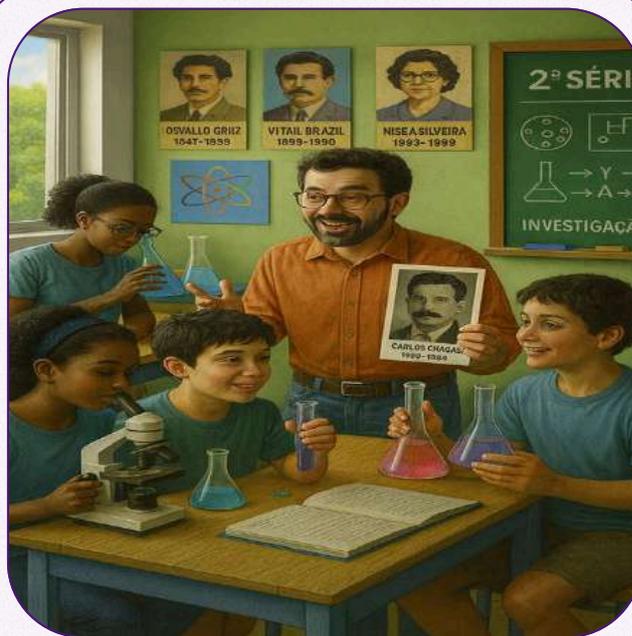


Figura 1 - Atividades de Ensino por Investigação integrada à História da Ciência. Fonte: gerado por Chatgpt em 20/07/2025

Ao longo desse caminho, nossos alunos percorrem etapas fundamentais do trabalho científico:

- Observar e questionar fenômenos: estimulando a curiosidade e o olhar atento para o mundo à sua volta, levantando perguntas que nem sempre têm respostas imediatas. Chassot (2003) e Gil-Pérez et al. (2001) lembram que esse movimento de questionar é a base da ciência, pois é assim que se rompe com a visão “naturalizada” das coisas e se busca compreendê-las de verdade.

- Levantar hipóteses: refletindo sobre possíveis explicações ou soluções para o problema que identificaram. Aqui, eles exercitam o pensamento crítico e a criatividade, dois ingredientes essenciais para o pensamento científico.

- Investigar e testar: planejando e realizando experimentos, buscando dados, consultando diferentes fontes e testando suas ideias na prática. Como diz Carvalho (1998), o ensino por investigação “cria oportunidades para que o estudante atue como produtor de conhecimentos, e não apenas como receptor”

- Analisar dados e tirar conclusões: interpretando resultados, comparando com as hipóteses iniciais, avaliando evidências e comunicando o que descobriram. Essa etapa é decisiva para fortalecer a argumentação, a autonomia intelectual e a capacidade de tomar decisões fundamentadas.

Mas afinal, por que o Ensino por Investigação é tão importante? Quando nossos estudantes passam por todas essas etapas, eles não estão apenas “decorando conteúdos” para passar numa prova. Eles aprendem a pensar cientificamente, desenvolvem habilidades para compreender fenômenos naturais e sociais, argumentar com base em evidências e atuar no mundo de forma crítica, ética e responsável. Delizoicov & Angotti (1990) destacam que o ensino de Ciências precisa possibilitar ao aluno “não apenas aprender ciências, mas também aprender sobre a ciência e sobre o papel que ela desempenha na sociedade”. E o Ensino por Investigação faz exatamente isso: aproxima o estudante do processo de construção do conhecimento, formando pessoas mais autônomas, questionadoras e conscientes do seu papel no mundo.

**ESTUDANTE PROTAGONISTA
DO ENSINO APRENDIZAGEM**

EXPERIMENTAR, CONSTRUIR E RECONSTRUIR

COMPREENSÃO MAIS AUTÊNTICA DA CIÊNCIA

**PARTICIPAÇÃO ATIVA DA
CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA**

No fim das contas, ao incorporar o Ensino por Investigação, tornamos nossas aulas de Ciências mais dinâmicas, participativas e ligadas à realidade dos alunos. E mais do que isso: ajudamos a formar cidadãos preparados para compreender, questionar e transformar a sociedade em que vivem.

UM CONVITE À TRANSFORMAÇÃO

Esta proposta nasce do nosso compromisso com um ensino de Ciências mais humano, crítico e participativo. Queremos que nossos estudantes se sintam parte do processo científico, que enxerguem a ciência como algo vivo, que se constrói a partir de pessoas como eles, em diálogo com as necessidades e desafios do nosso tempo, mediante a prática do Ensino por Investigação, mediante a Figura 2 e, conseqüentemente, Figura 3, que retrata a prática da História da Ciência no processo de aprendizagem no ensino ciência.



Figura 2: Ensino por Investigação
Fonte: gerado por Chatgpt em 20/07/2025.

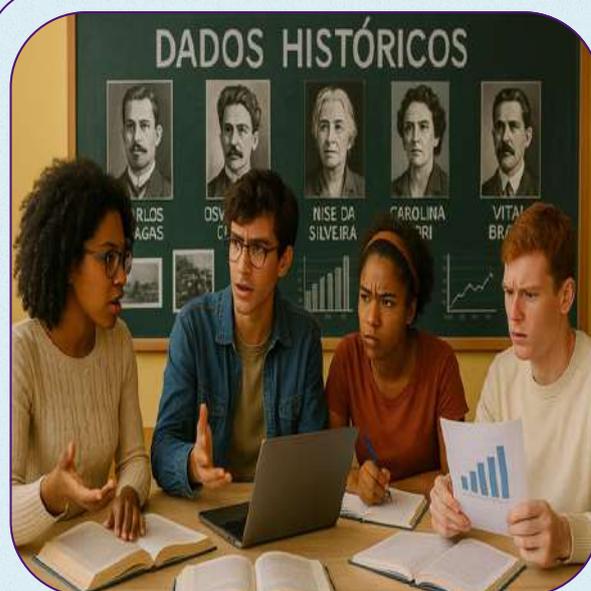


Figura 3: Ensino por Investigação integrado à História da Ciência
Fonte: gerado por Chatgpt em 20/07/2025.

Juntos, podemos repensar nossas práticas pedagógicas e avançar na construção de um ensino que realmente faça sentido — para nossos alunos e para a sociedade. Vamos caminhar lado a lado nessa jornada e mostrar que aprender Ciências pode (e deve) ser um caminho de descoberta, questionamento e transformação.

PASSO A PASSO DA SEI

Ao propor a utilização da SEI no processo de ensino aprendizagem no ensino de ciências, vemos que Sasseron e Carvalho (2008) afirmam que

O que se propõe é muito mais simples – queremos criar um ambiente investigativo em salas de aula de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica como mostrada nos parágrafos anteriores, se alfabetizando cientificamente (Sasseron e Carvalho, 2008)

A aplicação da SEI conduzirá o estudante a um ambiente em que será um ser ativo, protagonista do desenvolvimento do ensino aprendizagem. Terá oportunidades de entender o processo de construção do conhecimento mediante atividades em que será conduzida e mediada pelo professor. Portanto, veremos a seguir as etapas do desenvolvimento de uma SEI, onde foi realizada a conexão entre História da Ciência e o Ensino por Investigação no processo do Ensino de Ciências.



ETAPA 1

Orientação e Introdução ao Tema

Nessa etapa, o professor dá início à validação da SEI, conforme Figura 4, começando pela orientação e introdução ao tema com os estudantes, segundo Figura 5. Nessa primeira aula, sugerimos a organização da turma em grupos de 4 (quatro) a 5 (cinco) estudantes devido ao desenvolvimento de uma dinâmica da atividade de maneira mais eficiente. Em seguida, o professor poderá definir os temas por indicação ou por sorteio, conforme observar o melhor caminho durante em sua aula.

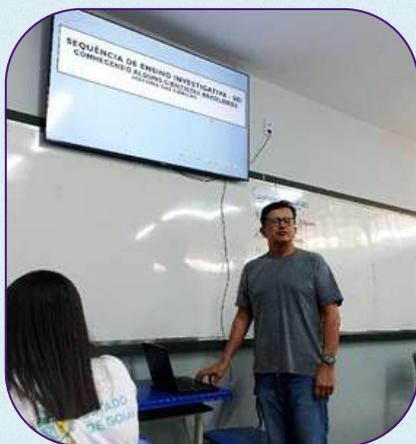


FIGURA 4 - Início da validação da SEI
Fonte: Pesquisador



FIGURA 5 - Slide de Introdução das Orientações da validação da SEI
Fonte: Pesquisador

Ainda nessa primeira aula, o professor explica aos estudantes sobre as etapas do ensino por investigação, mediante slides, segundo Figura 6, detalhando cada fase, com o objetivo de esclarecer as dúvidas dos alunos. Esse momento é muito importante que os estudantes entendam essas etapas para que a aplicação da SEI seja realizada com êxito.

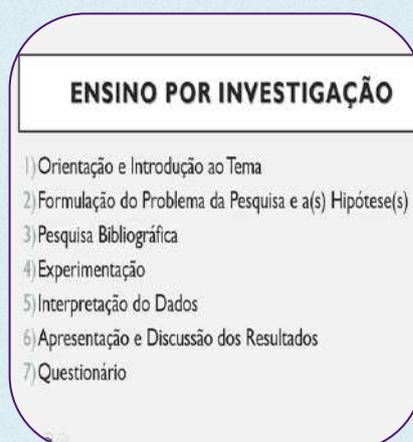


FIGURA 6 - Slide das Etapas do Ensino por Investigação
Fonte: Pesquisador

Depois, o professor apresenta os temas da Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que nesta proposta envolve conhecer cientistas brasileiros. Em relação aos temas a serem definidos, ficará a critério do professor em escolhê-los durante o desenvolvimento da sua aula. Para isso, pode utilizar slides com imagens e breves textos sobre cada cientista ou até mesmo um vídeo que mostre suas trajetórias. No caso específico da SEI aplicada pelo professor/pesquisador, os cientistas abordados fora: Carlos Chagas, Oswaldo Cruz, Carolina Bori, Nise da Silveira e Vital Brazil - mediante exemplos das Figuras 7 e 8.

OSWALDO CRUZ

Oswaldo Cruz (1872-1917) foi um médico, bacteriologista e sanitarista brasileiro, pioneiro no combate a doenças infecciosas no Brasil e um dos maiores responsáveis pela modernização da saúde pública no país.

Ele foi o fundador do Instituto Soroterápico Federal, que posteriormente se tornaria o famoso Instituto Oswaldo Cruz (IOC), um centro de pesquisa e formação de cientistas voltado ao estudo e controle de doenças tropicais.



CAROLINA BORI

Carolina Mariuscelli Bori (1924-2004) foi uma psicóloga brasileira e pioneira no desenvolvimento da psicologia científica no Brasil.

Ela teve um papel fundamental na regulamentação e no reconhecimento da psicologia como profissão no país, bem como na formação de um sistema de ensino e pesquisa na área.

Sua atuação acadêmica e política contribuiu para a institucionalização da psicologia como ciência e profissão no Brasil, defendendo um ensino superior de qualidade e promovendo a integração da psicologia com outras áreas do conhecimento.



FIGURA 7 – Slide do cientista Oswaldo Cruz Fonte: Pesquisador

FIGURA 8 – Slide do cientista Carolina Bori Fonte: Pesquisador

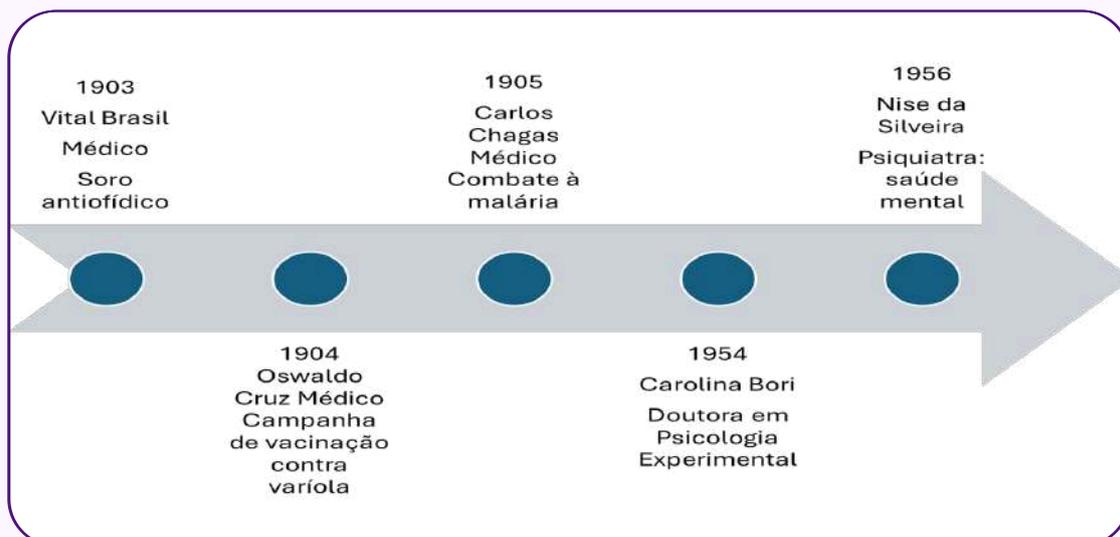


FIGURA 9 - Linha do Tempo sobre os Cientistas abordados na SEI
Fonte: Pesquisador

Durante a explicação, o professor destaca como é importante trazer a História da Ciência para dentro do Ensino de Ciências. Conhecer a vida desses cientistas ajuda os estudantes a se aproximarem mais do universo científico. Ele chama atenção para o fato de que esses pesquisadores, antes de se tornarem grandes nomes da ciência, eram pessoas comuns, com vidas parecidas com as dos próprios estudantes. Mostrar isso ajuda a quebrar o mito do “gênio herói”, deixando claro que o caminho da ciência é feito de curiosidade, esforço e dedicação – algo totalmente ao alcance deles. Ainda nesse momento, o professor explica como vai funcionar a metodologia da SEI, baseada no Ensino por Investigação. Mostra as etapas desse processo, que começa com a definição de um problema – que pode ser elaborado pelo professor ou pelos próprios estudantes, dependendo do nível da turma.

Ressalta que o problema é o fio condutor de toda a investigação, pois desperta a necessidade de buscar respostas.



A partir daí, os estudantes levantarão hipóteses, colocando em prática seus conhecimentos prévios e começando a exercitar o raciocínio científico. Nesse momento, necessário que o professor demonstre aos estudantes que a produção da hipótese proporciona ao estudante um caminho para a elaboração da solução do problema, onde o levará a refletir e expor o seu conhecimento prévio sobre o tema abordado.

Esse momento é essencial para que desenvolvam suas capacidades cognitivas, aprendendo a refletir e argumentar sobre o tema proposto.

ETAPA 2

Formulação da Questão de Pesquisa e Hipóteses

Este é o momento em que os estudantes vão colocar a “mão na massa”, conforme Figura 10, que o principal objetivo é ajudar os alunos a formularem a questão de pesquisa e construir as hipóteses que irão nortear o trabalho investigativo de cada grupo sobre o cientista que estão estudando. É um momento muito rico, pois é aqui que eles começam a colocar em prática o pensamento investigativo, aprendendo a questionar, levantar possibilidades e organizar o raciocínio científico. Para começar, cada grupo revisita as informações apresentadas na Aula 1 – seja revendo os slides, textos ou vídeos que conheceram anteriormente – e inicia uma conversa sobre o cientista que ficou responsável. Eles discutem juntos quais aspectos da vida ou do trabalho desse cientista mais chamaram atenção e que poderiam render boas perguntas de pesquisa.



FIGURA 10 – Estudantes elaborando o Problema da Pesquisa
Fonte: Pesquisador

O professor tem um papel fundamental nesse momento: circula pela sala, ouve as discussões, esclarece dúvidas e dá sugestões para ajudar os grupos a elaborarem questões que sejam claras, objetivas e realmente investigáveis. Ele incentiva os alunos a pensarem em 20 perguntas que possam ser respondidas a partir de uma busca mais aprofundada, e que façam sentido dentro do contexto do trabalho.

O quadro branco pode ser utilizado para escrever exemplos de questões e hipóteses que vão surgindo durante a aula, conforme Figura 11, criando um banco de ideias visível para todos. Isso serve como inspiração para os grupos que estiverem com mais dificuldade. Além disso, cada grupo recebe uma folha de atividades em que vai anotar sua questão de pesquisa e as hipóteses iniciais — o que ajuda a organizar o pensamento e já deixa registrado o ponto de partida do projeto.

Ao final dessa etapa, cada grupo compartilha com a turma o resultado do seu trabalho: apresentam a questão de pesquisa que escolheram e as hipóteses que levantaram. Esse momento de socialização é muito importante, pois permite que todos conheçam o que os colegas estão investigando, troquem ideias e até façam sugestões.

O professor observa atentamente essas apresentações para verificar se as questões estão bem formuladas, se são pertinentes e se as hipóteses mostram um caminho promissor para a investigação. Nesse momento, é fundamental que o professor entenda o contexto político, econômico e social em que os temas estão conectados. Em relação aos temas abordados na aplicação da SEI, que se baseava no início do século XX da sociedade brasileira, as condições sanitárias do país eram precárias e necessitava urgentemente de ações que melhorassem as condições de vida da população. Assim, o professor acompanhará as hipóteses elaboradas pelos estudantes observando a utilização desse cenário destacado anteriormente.



FIGURA 11 - Estudantes elaborando a Hipótese da Pesquisa
Fonte: gerado por Chatgpt em 20/072025

Quando necessário, faz ajustes junto ao grupo, sempre estimulando o raciocínio crítico e a curiosidade científica dos estudantes.

ETAPA 3

Pesquisa Biográfica

Essa é a etapa da pesquisa, onde os alunos vão se dedicar a fazer uma pesquisa bibliográfica e biográfica mais aprofundada sobre o cientista que ficou a cargo de seu grupo. Tudo o que será feito daqui para a frente terá como guia a questão de pesquisa que eles mesmos definiram na aula anterior – o que torna esse momento ainda mais especial, pois agora cada grupo começa a buscar respostas para aquilo que realmente despertou sua curiosidade. Para dar o pontapé inicial, cada grupo recebe uma seleção de textos biográficos e materiais de apoio, fornecidos pelo professor, conforme Figura 12, sobre o cientista que está investigando. Eles também contam com o acesso à internet, o que amplia as possibilidades e permite explorar diferentes fontes, descobrindo detalhes que podem não estar nos textos impressos.

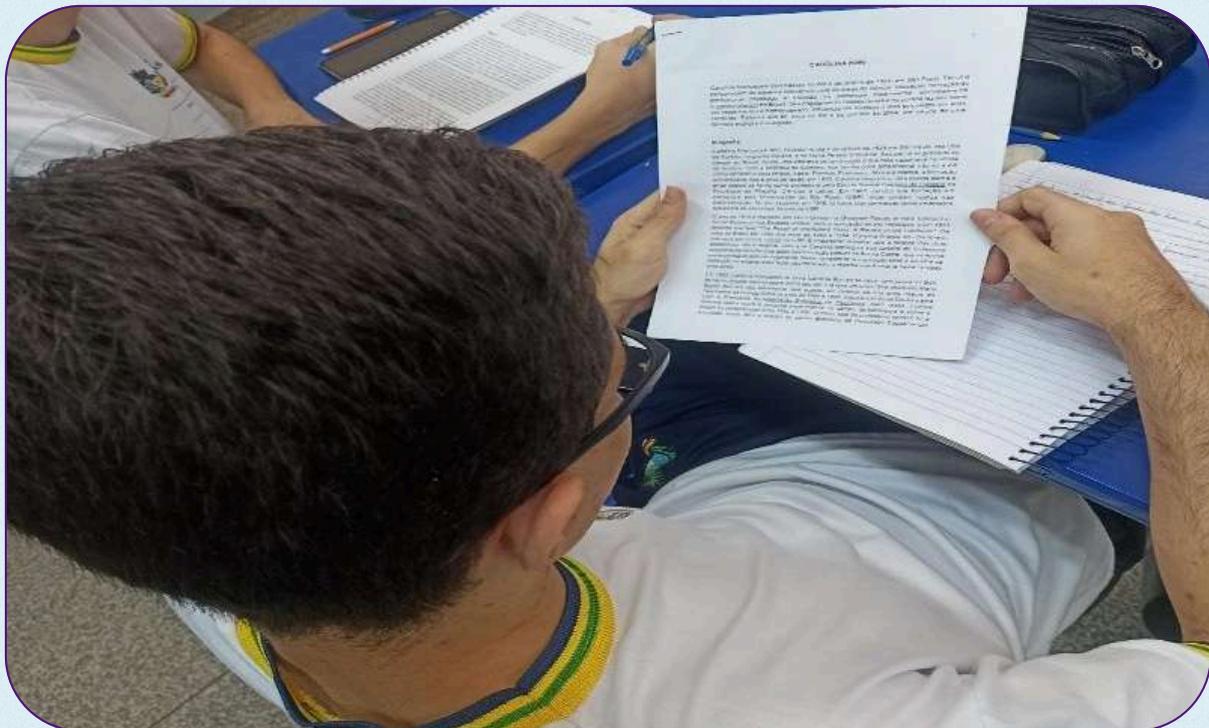


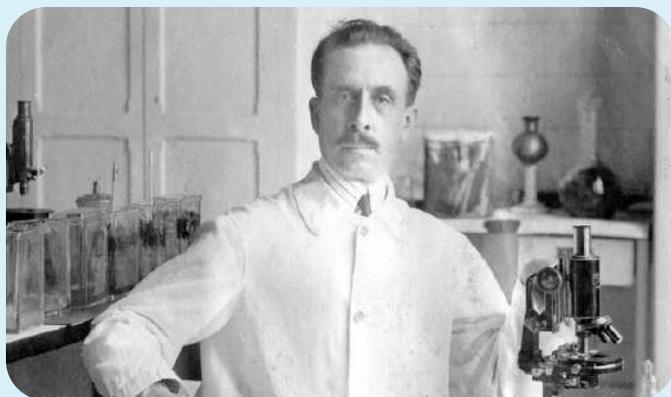
Figura 12- Texto Biográfico do Cientista Abordado na SEI
Fornecido pelo Pesquisador – Fonte: Pesquisador

DICAS DE PROFESSOR PARA O PROFESSOR



Como sugestão, indicamos a seguir alguns links com textos sobre cientistas brasileiros que podem ser utilizados durante a aplicação da SEI. No entanto, vale destacar que a escolha dos materiais – sejam eles textos, vídeos ou outros recursos – fica totalmente a critério do professor responsável por desenvolver e aplicar sua própria Sequência de Ensino Investigativa.

A escolha dos cientistas utilizados na SEI foi devido à formação acadêmica do pesquisador em história, que observou que poderia integrar a história da ciência ao ensino por investigação na aplicação da SEI. Contudo, a ideia é que cada educador tenha liberdade para adaptar os conteúdos conforme as necessidades da sua turma e os objetivos da atividade.



Carlos Chagas



Escaneie o QR Code para ler a biografia.



Jovem sanitaria Oswaldo Cruz



Escaneie o QR Code para ler a biografia.



Carolina Bori



Escaneie o QR Code para ler a biografia.



Vital Brazil



Escaneie o QR Code para ler a biografia.



Nise da Silveira



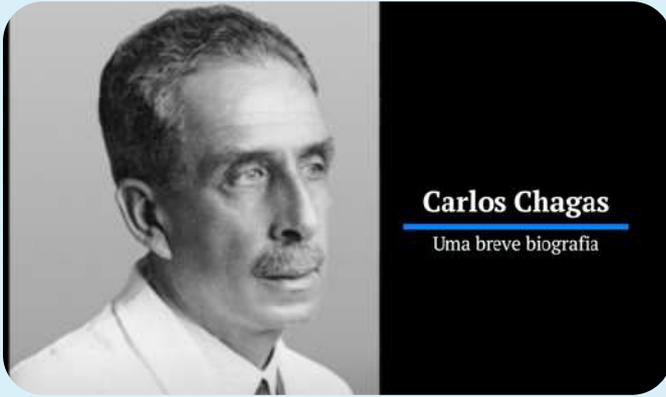
Escaneie o QR Code para ler a biografia.

A partir daí, os grupos mergulham na leitura e fazem uma análise cuidadosa do que encontram. Eles conversam, trocam impressões e discutem como aquelas informações podem ajudar a responder à pergunta que guiará toda a investigação. Durante essas conversas, surgem curiosidades, fatos inesperados e reflexões que tornam o processo ainda mais rico. O professor fica sempre por perto, acompanhando, incentivando e ajudando cada grupo a ligar os pontos entre a história do cientista e a questão que estão tentando resolver. Quando necessário, faz perguntas que estimulam o pensamento crítico e mostram novos caminhos para explorar. Enquanto isso, os alunos vão anotando tudo o que consideram mais relevante — dados, ideias, hipóteses, até mesmo dúvidas que podem virar discussões futuras. Esse registro será precioso mais adiante, tanto na fase de experimentação quanto nos debates que ainda virão. Para que a pesquisa fique bem completa, eles contam com textos biográficos, artigos extras e diversas fontes online, tornando o trabalho mais dinâmico e cheio de possibilidades.

DICAS DE PROFESSOR PARA O PROFESSOR

Para enriquecer o desenvolvimento desta etapa, sugerimos alguns vídeos sobre os cientistas brasileiros trabalhados na aplicação da SEI. A proposta é oferecer ao professor diferentes possibilidades de pesquisa, inspirando-o a ampliar suas referências e, assim, proporcionar aos estudantes uma experiência mais rica e diversificada na pesquisa bibliográfica. Reforçamos que essa é apenas uma sugestão, e o professor tem total liberdade para explorar outros cientistas, de acordo com os interesses e objetivos da sua turma.





Biografia Carlos Chagas



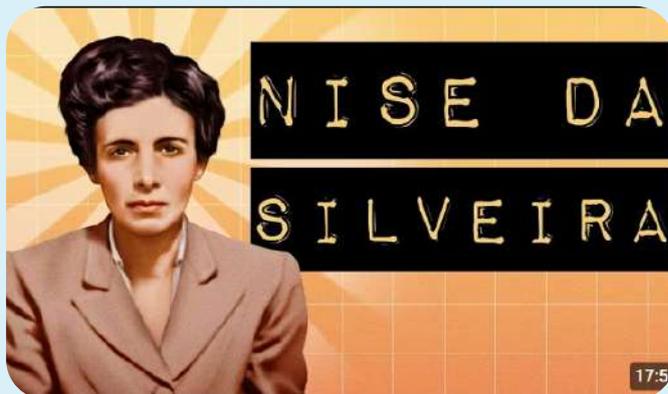
Leia o QR Code para assistir ao vídeo



Oswaldo Cruz



Leia o QR Code para assistir ao vídeo



Quem é Nise da Silveira



Leia o QR Code para assistir ao vídeo



Vital Brazil e o Butantan



Leia o QR Code para assistir ao vídeo



Carolina Bori



Leia o
QR Code
para assistir
ao vídeo

Ao final, cada grupo organiza um pequeno resumo das descobertas iniciais, destacando aquilo que julgou mais importante para o andamento do projeto. É um momento de partilha, onde mostram o que encontraram e começam a desenhar os próximos passos. O professor observa não só a qualidade das anotações, mas também como o grupo está conseguindo olhar criticamente para os textos, interpretando e conectando as informações de forma criativa e curiosa. Afinal, é essa postura investigativa que faz toda a diferença — e que eles vão levar para muito além dessa atividade.

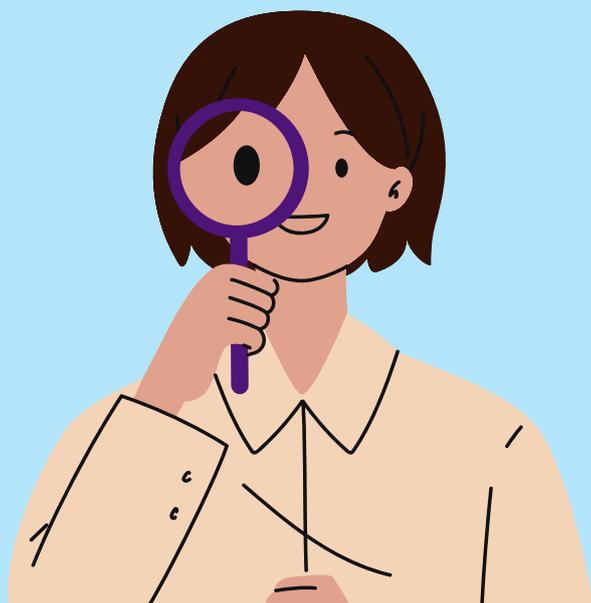
ETAPA 4

Experimentação

Nesta etapa, os alunos colocam a mão na massa! É o momento da fase de experimentação, em que cada grupo irá testar as hipóteses formuladas anteriormente e buscar respostas para sua questão de pesquisa, utilizando as informações já coletadas nas fases anteriores. Essa fase não é específica de experimento prático em laboratório, sendo possível ser realizada mediante interpretação de dados coletados na literatura científica, análise exploratória de vídeos, imagens, textos, etc.

Cada grupo começa planejando como testar suas hipóteses, levando em conta os dados obtidos na pesquisa e a trajetória do cientista estudado. A ideia aqui é usar a criatividade e o pensamento científico para construir uma atividade prática que dialogue com o trabalho do cientista.

As propostas de experimentação podem variar bastante: simulações de campanhas de saúde pública, reinterpretações de tratamentos ou intervenções experimentais, atividades psicológicas inspiradas em métodos científicos, entre outros, dependendo do cientista escolhido. Durante essa fase, os alunos coletam, registram e organizam os dados obtidos de forma detalhada. Esses dados serão essenciais para que o grupo consiga responder à sua questão de pesquisa e verificar se as hipóteses iniciais fazem sentido ou precisam ser reformuladas. Para apoiar esse processo, os grupos podem utilizar textos de apoio, vídeos explicativos e materiais para simulação de experimentos, conforme a proposta de cada um. O professor acompanha o desenvolvimento das atividades, ajudando os grupos a manterem o foco investigativo e a garantirem a segurança e a coerência do que está sendo feito. Todo o processo precisa ser registrado em cadernos de pesquisa ou fichas específicas, com clareza e organização. Os alunos devem destacar como os dados obtidos durante a atividade experimental se relacionam com a hipótese inicial, mostrando se ela foi confirmada, refutada ou se surgiram novas possibilidades a serem investigadas. Ao final, o professor avalia a precisão e o cuidado na coleta dos dados, assim como a organização e coerência dos registros, valorizando o empenho investigativo e a capacidade de cada grupo em transformar conhecimento em ação.



ETAPA 5

Interpretação dos Dados

Esse momento será a interpretação dos dados, onde os alunos vão mergulhar na análise crítica dos dados coletados durante a experimentação, para interpretar o que descobriram e verificar se as hipóteses que levantaram lá no início se confirmam ou não. É aqui que o trabalho começa a ganhar forma de verdade, com o raciocínio científico acontecendo na prática. Cada grupo começa revisitando seus cadernos de pesquisa, organizando as informações e conversando sobre o que esses dados realmente mostram em relação à questão de pesquisa. Eles procuram identificar padrões, diferenças ou até surpresas nos resultados, sempre comparando o que encontraram com os textos e materiais que estudaram nas fases anteriores. Esse momento é valioso, pois ajuda os alunos a desenvolverem o olhar crítico, aprendendo a questionar e argumentar com base em evidências concretas — algo essencial não só para a ciência, mas para a vida. Depois, vem um momento muito rico: os grupos compartilham suas análises com os colegas, trocam ideias, escutam outros pontos de vista e, se necessário, até repensam algumas interpretações. Esse diálogo entre grupos amplia o aprendizado e mostra como diferentes olhares podem enriquecer o mesmo problema. Com tudo isso amadurecido, cada grupo parte para a produção de um relatório detalhado, que reunirá toda a trajetória do trabalho: desde a questão de pesquisa e as hipóteses iniciais, passando pelos dados coletados na experimentação, até chegar à interpretação dos resultados e às conclusões. Neste momento, o professor terá a oportunidade de observar diferentes aspectos do desenvolvimento da atividade. Em muitos casos, encontrará produções textuais ricas e criativas, que demonstram que os estudantes compreenderam bem a proposta e conseguiram alcançar os objetivos da SEI.

Por outro lado, também surgirão alguns desafios: é possível que certos alunos revelem dificuldades cognitivas em seus relatórios, apresentando limitações na realização da pesquisa e na construção de conclusões que contribuam efetivamente para o avanço da investigação. É importante destacar que, em turmas com um número expressivo de alunos, situações como essas são comuns e devem ser acolhidas como parte do processo de ensino e aprendizagem. É nesse relatório que os alunos mostram não só o que descobriram, mas também como chegaram até ali, revelando o processo investigativo em toda a sua força. Para construir esse relatório, eles podem usar o quadro branco para rascunhar ideias, os cadernos de pesquisa para retomar registros importantes e o apoio de computadores ou tablets para digitar e organizar o texto final. Enquanto tudo isso acontece, o professor acompanha de perto, observando se as análises estão coerentes e se o relatório está claro e bem estruturado. Mais do que isso, ele incentiva os alunos a refletirem sobre o caminho percorrido, ajudando-os a perceber que o valor do trabalho não está apenas no resultado, mas em todo o percurso investigativo, nas perguntas feitas, nos erros e acertos e na construção coletiva do conhecimento.



ETAPA 6

Apresentação e Discussão dos Resultados - Avaliação

Nesta etapa, chega o momento tão aguardado de compartilhar as descobertas. Cada grupo apresenta para a turma os resultados de sua investigação, conforme Figura 13, mostrando como os dados coletados e as análises feitas ao longo do trabalho ajudaram a responder à questão de pesquisa e a confirmar ou refutar a hipótese inicial. É a oportunidade dos alunos explicarem de forma clara e segura o caminho que percorreram e o que aprenderam.



FIGURA 13 - Apresentação e discussão dos resultados pelos estudantes numa roda de conversa
Fonte: gerado por Chatgpt em 20/072025

Para isso, podem usar slides, cartazes ou outros recursos visuais, deixando a apresentação mais dinâmica. Enquanto um grupo se apresenta, os demais acompanham atentamente, fazendo perguntas, comentando e contribuindo para enriquecer o debate. Depois das apresentações, o professor conduz uma discussão coletiva, incentivando os alunos a refletirem sobre os resultados e relacionarem o que foi descoberto ao contexto histórico e científico dos cientistas brasileiros investigados. Esse é um momento para questionar, comparar e perceber como o trabalho de cada cientista impactou o desenvolvimento da ciência no Brasil e, muitas vezes, ajudou a transformar a sociedade. Para organizar as ideias, o professor pode usar o quadro branco para anotar os principais pontos que surgirem durante o debate. Ao final, ele faz uma síntese das descobertas da turma, destacando a importância do processo investigativo, do olhar crítico e do papel fundamental da ciência — e dos cientistas brasileiros — na construção do conhecimento e na melhoria da vida das pessoas. Todo esse momento é avaliado não só pela clareza e profundidade das apresentações orais, mas também pela capacidade argumentativa dos alunos e pela participação no debate, que mostram o quanto eles se envolveram, aprenderam e conseguiram refletir sobre o trabalho realizado.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. São Paulo: Cortez, 2003.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. A problematização no ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 1990.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma educação científica de qualidade: questões e propostas. São Paulo: Cortez, 2001.

HODSON, D. Re-thinking old ways: Towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, v. 22, p. 85-142, 1993.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

SEQUEIRA, M. & LEITE, L. A evolução da ciência e a formação de professores. Lisboa: Livros Horizonte, 1988.