

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO

NATHÁLIA ANDRADE CANDIDO DE OLIVEIRA

HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA: Uma
proposta de Sequência de Ensino Investigativo e seu
desdobramento no contexto do Currículo Paulista

ARARAS -SP
2024

NATHÁLIA ANDRADE CANDIDO DE OLIVEIRA

HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA: Uma Proposta de Sequência de Ensino Investigativo e seu desdobramento no contexto do Currículo Paulista

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, ao Departamento de Ciência da Natureza, Matemática e Educação, da Universidade Federal de São Carlos, Campus Araras, para obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. João Teles de Carvalho Neto
Coorientadora: Profa. Dra. Elaine Gomes Matheus Furlan

Araras-SP
2024

Oliveira, Nathália Andrade Candido de

História da ciência no ensino de física: Uma proposta de sequência de ensino investigativo e seu desdobramento no contexto do currículo paulista / Nathália Andrade Candido de Oliveira -- 2024.
112f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Araras, Araras
Orientador (a): João Teles de Carvalho Neto
Banca Examinadora: João Teles de Carvalho Neto, Estéfano Vizconde Veraszto, Thiago Antunes Souza
Bibliografia

1. História da Ciência. 2. Sequência de Ensino Investigativo. 3. Currículo Paulista. I. Oliveira, Nathália Andrade Candido de. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8
7083



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Nathália Andrade Cândido de Oliveira, realizada em 04/03/2024.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. João Teles de Carvalho Neto (UFSCar)

Prof. Dr. Estéfano Vizconde Veraszto (UFSCar)

Prof. Dr. Thiago Antunes Souza (UNIFESP)

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores Prof. Dr. João Teles de Carvalho Neto e Profa. Dra. Elaine Gomes Matheus Furlan, que compartilharam comigo tantos conhecimentos. Vocês são fonte de inspiração profissional e foram essenciais para minha formação e para a concretização desta dissertação.

Aos membros da minha banca examinadora, o Prof. Dr. Estéfano Vizconde Veraszto e o Prof. Dr. Thiago Antunes Souza, por todo tempo dedicado e pelas importantes contribuições para o presente trabalho.

A minha mãe e a minha irmã, as pessoas que têm todo o meu amor e admiração. Eliana e Heloísa, nada em mim faria sentido sem vocês, obrigada por me acompanhar em cada momento de alegria, mas também nos dias desafiadores.

A minha família e aos meus amigos, sempre tão carinhosos comigo, e mesmo não aguentando mais ouvir falar do meu mestrado, seguem me apoiando. Cada um de vocês desempenha um papel importantíssimo na minha vida e são objeto de todo meu afeto e apreço.

RESUMO

A presente pesquisa tem como temática central o estudo da História da Ciência para o Ensino de Física no conteúdo de óptica e, a partir disso, discutimos e analisamos as orientações curriculares do estado de São Paulo, mirando observar quais as decorrências para o ensino. Deste modo, a dissertação tem como principal objetivo estudar a História da Ciência no Ensino de Física e, desta forma, tem como produto a proposição de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para o conteúdo de óptica buscando evidenciar seu desdobramento frente às orientações do Currículo Paulista, bem como em relação à compreensão sobre os aspectos relacionados à Natureza da Ciência. Trata-se então de uma pesquisa de natureza qualitativa, na qual o produto principal, ou seja, a Sequência de Ensino Investigativo, será analisada a partir de dois contornos: quanto a viabilidade da SEI diante do Currículo de São Paulo e quanto aos pressupostos e compreensão conceitual acerca da Natureza da Ciência. Dentre os resultados encontrados, podemos destacar que a SEI proposta se mostra alinhada às Habilidades, Competências e objetos do conhecimento enunciadas pelo Currículo Paulista. Além disso, a SEI compreende uma abordagem didática que visa o ensino investigativo e desenvolve a História da Ciência para o Ensino de Óptica de forma coerente e em profundidade, tais aspectos foram destacados como uma lacuna diante da literatura e do próprio Currículo Paulista. Importante destacar que o currículo, como está posto, acaba por mitigar a especificidade disciplinar e diminuir a carga horária do componente curricular de física, o que pode ter como consequência uma atuação docente menos autônoma e a limitação ao acesso dos estudantes a determinados conteúdos. Além do mais, a SEI elaborada vai ao encontro de uma compreensão adequada dos aspectos relacionados à Natureza da Ciência, buscando minimizar visões distorcidas sobre a mesma. Podemos concluir que a pesquisa visa contribuir com o trabalho docente, em especial com os profissionais que atuam na Secretaria de Educação do Estado de São Paulo e, ainda, tem por interesse favorecer a oferta de uma Educação Básica de Qualidade, promovendo aspectos sobre o ensino e aprendizagem na área de física, a partir das discussões aqui tecidas.

Palavras-chave: História da Ciência. Sequência de Ensino Investigativo. Currículo Paulista. Natureza da Ciência.

ABSTRACT

The central theme of this research is the study of the History of Science in the Teaching of Physics, specifically focusing on optics. From this perspective, we discuss and analyze the curriculum guidelines of the state of São Paulo, aiming to observe their implications for teaching. Consequently, the main objective of the dissertation is to study the History of Science in Physics Education, and as a result, it proposes an Investigative Teaching Sequence (ITS) for the topic of optics. This ITS aims to highlight its developments in relation to the São Paulo Curriculum guidelines, as well as to enhance understanding of aspects related to the Nature of Science. This qualitative research primarily analyzes the Investigative Teaching Sequence in two aspects: its feasibility within the São Paulo Curriculum and the assumptions and conceptual understanding concerning the Nature of Science. Among the findings, we can highlight that the proposed ITS aligns well with the Skills, Competencies, and knowledge objects stated by the São Paulo Curriculum. Furthermore, the ITS adopts a didactic approach that focuses on investigative teaching and develops the History of Science for the Teaching of Optics both coherently and thoroughly. These aspects were identified as gaps in the existing literature and in the São Paulo Curriculum itself. It is important to note that the curriculum, as it is currently structured, tends to diminish the disciplinary specificity and reduce the class time allocated to the physics curriculum component. This could result in less autonomous teaching and restrict students' access to certain content. Moreover, the developed ITS aligns with a proper understanding of the aspects related to the Nature of Science, aiming to minimize distorted views on the subject. In conclusion, the research seeks to contribute to the teaching profession, particularly for professionals working within the São Paulo State Department of Education. It also aims to enhance the provision of quality basic education by promoting aspects of teaching and learning in physics, based on the discussions presented here.

Keywords: History of Science. Investigative Teaching Sequence. São Paulo State Curriculum. Nature of Science.

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CNT - Ciências da Natureza e suas Tecnologias

CP - Currículo Paulista

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

PNE - Plano Nacional de Educação

PNLD - Plano Nacional do Livro Didático

REPU - Rede Escola Pública e Universidade

Seduc - SP - Secretaria de Educação do estado de São Paulo

SEI - Sequência de Ensino Investigativo

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Artigos selecionados na etapa d) deste trabalho.....	37
Quadro 2 - Quadro de síntese e organização dos ciclos da SEI	65
Quadro 3 - Texto de Sistematização do conhecimento, para leitura dos estudantes	78
Quadro 4 - Questionário para investigar e sistematizar o conhecimento, relacionando o problema experimental ao texto estudado	85
Quadro 5 - Texto de Aprofundamento do Conhecimento, para leitura dos estudantes	87
Quadro 6 - A SEI e sua relação com as competências, habilidades e objetos do conhecimento segundo o CP	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática da formação de imagem de um objeto distante para um olho saudável disponibilizada aos estudantes	69
Figura 2 - Foto da demonstração experimental da formação de imagem em um olho saudável simulado disponibilizada aos estudantes	69
Figura 3 - Foto da representação esquemática de um olho com achatamento horizontal (míope)	70
Figura 4 - Foto da representação esquemática de um olho com achatamento vertical (hipermetrope)	71
Figura 5 - Foto da demonstração experimental de um olho míope observada pelos estudantes após o posicionamento correto da lente e com o laser aceso	72
Figura 6 - Foto da demonstração experimental de um olho hipermetrope observada pelos estudantes após o posicionamento correto da lente e com o laser aceso.....	72
Figura 7 - Foto dos demais materiais disponíveis para resolução do problema, são eles: lentes, prisma, espelhos e laser	73
Figura 8 - Foto da resolução do problema apresentado aos estudantes, para o olho míope	74
Figura 9 - Foto da resolução do problema apresentado aos estudantes, para o olho hipermetrope	75
Figura 10 - Modelo de visão de Alhazen <i>apud</i> Garcia et. al (2007)	79
Figura 11 - Representação do olho humano	80
Figura 12 - Representação do tipo de lente que produz convergência e divergência dos raios de luz	82
Figura 13 - Representação de um olho com miopia.....	83
Figura 14 - Representação de um olho com hipermetropia	84

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 CONTEXTO DA PESQUISA: A BNCC E O CURRÍCULO PAULISTA, SUAS DEMANDAS E LACUNAS PARA O ENSINO MÉDIO	18
2.1 O QUE DECLARAM OS DOCUMENTOS DA BNCC E DO CP	19
2.2 UM OLHAR CRÍTICO SOBRE A BNCC E O CP	26
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	36
3.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE FÍSICA: O QUE APONTAM AS PRODUÇÕES	36
3.2 NATUREZA DA CIÊNCIA E O EMPREENHIMENTO CIENTÍFICO	43
3.3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	52
4 DO PLANEJAMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO À PESQUISA QUALITATIVA	56
5 PROPOSIÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO	64
5.1 O PROBLEMA EXPERIMENTAL	67
5.2 SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	75
5.2.1 Sistematização do Conhecimento em grupo e individual com anotações	76
5.2.2 Sistematização do Conhecimento a partir de um texto e questionário investigativo	77
5.3 CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIAL DO CONHECIMENTO E APROFUNDAMENTO DO CONTEÚDO	86
5.3.1 Aprofundamento do Conteúdo	86
5.3.2 Contextualização Social do Conhecimento	89
5.4 PROCESSO DE AVALIAÇÃO	90
6 INTERPRETAÇÕES E DESDOBRAMENTOS DA SEI	92
6.1 O DESDOBRAMENTO DA SEI FRENTE AO CURRÍCULO PAULISTA	92
6.2 INTERPRETAÇÕES DA SEI EM RELAÇÃO À NATUREZA DA CIÊNCIA	99
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
REFERÊNCIAS	104

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem por objetivo estudar a História da Ciência no Ensino de Física e, a partir disso, propor uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para o conteúdo de óptica, evidenciando sua viabilidade frente às orientações do Currículo Paulista. Bem como, analisar a sequência proposta a partir de dois contornos: Quanto ao seu desdobramento perante o Currículo Paulista e quanto aos pressupostos relativos à Natureza da Ciência.

Considerando a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), diretriz educacional que orienta os currículos no Brasil, temos a partir desta, como consequência, a reelaboração do Currículo do estado de São Paulo.

É importante destacar que tais mudanças são decorrência da Medida Provisória nº 746, de 22 de setembro de 2016, que se desdobra posteriormente na Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, a qual orienta e prevê mudanças no Ensino Médio. Surge então, a possibilidade de estabelecimento das escolas de Tempo Integral; ampliação da carga horária anual para mil e quatrocentas horas; o conteúdo escolar dividido na Base Comum Curricular e nos Itinerários Formativos; o tempo máximo destinado a Base Comum Curricular de mil e oitocentas horas do total da carga horária do Ensino Médio; traz também orientações gerais para os Itinerários Formativos (Brasil, 2016a; Brasil, 2017).

Buscamos olhar para esses documentos, BNCC e principalmente o Currículo Paulista, objetivando entender quais as novas orientações e demandas para a educação do estado de São Paulo na etapa do Ensino Médio, de forma a dar subsídio à presente pesquisa. Todavia, sabemos que estes documentos são passíveis de questionamentos acerca de suas implicações para a sociedade e o contexto educacional; em relação aos interesses que atende; ao alinhamento segundo os anseios docentes e sociais; entre outros aspectos que serão discutidos criticamente ao longo da pesquisa.

A abordagem da História da Ciência como subsídio ao ensino está prevista na BNCC, que tem por intuito garantir igualdade na educação dos brasileiros, orientando como se dará o ensino no nosso país. A BNCC é o documento norteador da Educação Básica, a qual compreende três etapas, a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio, no Brasil. A partir dela são estabelecidas as aprendizagens

essenciais dos estudantes desde a Educação Infantil até a conclusão do Ensino Médio (Brasil, 2018).

Na BNCC, as atividades educacionais estão pautadas também pelo Plano Nacional de Educação (PNE) (Brasil, 2018). Importante mencionar que o PNE, de acordo com o site do MEC, é um plano de metas, estratégias e diretrizes para a educação a serem cumpridas entre os anos de 2014 e 2024 (Brasil, 2014).

Nas primeiras orientações da BNCC, nas Competências Gerais da Educação Básica, é salientada a importância de que ao longo do processo de ensino seja evidenciado o conhecimento histórico, bem como o contexto físico, social, cultural e digital, tais aspectos devem ser base para a construção de uma sociedade mais justa e democrática (Brasil, 2018). Destacamos que essas mesmas competências são reiteradas no Currículo Paulista (São Paulo, 2020).

No que diz respeito especificamente às orientações para o ensino da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), campo ao qual a física faz parte, é destacada a importância da contextualização histórica, possíveis impasses e contradições, que são reflexo da cultura e sociedade da época em que determinado conhecimento é desenvolvido. Indicando, ainda, que tal contextualização não deve ser realizada de maneira simplista, ou seja, citando apenas os nomes de cientistas e datas, por exemplo (Brasil, 2018).

Sendo assim, estudando a literatura, percebe-se a História da Ciência como importante subsídio para o ensino de ciências e da física, possibilitando o desenvolvimento de várias habilidades nos alunos, pois traz uma educação com mais significados e embasamento. Dessa forma, os alunos têm a oportunidade de entender o processo de organização do saber científico, aprendendo que estes conhecimentos estão diretamente ligados aos personagens históricos, à sociedade, ao meio cultural no qual estavam inseridos e que todos esses aspectos influenciam diretamente nos conceitos produzidos pela ciência (Pagliarini, 2007; Forato, 2009).

Porém, apontam-se também os equívocos e as dificuldades que podem ser encontrados ao longo desse processo, seja nos materiais didáticos, na formação de professores, nas concepções de ciência, no próprio ensino da disciplina de física, entre outros (Robilota, 1998; Pagliarini, 2007; Forato, 2009).

Batista (2004) sinaliza as dificuldades que podem ser encontradas pelos alunos no estudo da física, seja pela grande capacidade de abstração e interpretação, ou, pelos conceitos de difícil compreensão e fixação. Neste ponto o autor incorpora os alunos de graduação, destacando a importância em superar tais obstáculos, através do uso da História da Ciência no Ensino de Física.

É de grande valia para a nossa discussão, o entendimento de que a ciência não é produzida de maneira neutra, ela se faz em um dado momento histórico e por pessoas que também são influenciadas por fatores sociais, econômicos, políticos e culturais, e que, além disso, são passíveis de equívocos e que esses também fazem parte da construção do saber científico. Apontamos, assim, a importância de rompermos o juízo de que a ciência é livre dessas interações e entender que, pelo contrário, a ciência também é produto da evolução histórica e cultural da humanidade (Batista, 2004; Forato, 2009).

Quando analisamos o ensino e a História da Ciência podemos observar a fragmentação nos fatos descritos e do processo de constituição do saber científico, mostrando um cenário que resulta no entendimento de que os saberes científicos são absolutos e findados. O trabalho de Pagliarini (2007) traz um estudo sobre a História da Ciência presente nos livros didáticos de física, utilizados na rede pública de ensino, que é guiada pelo Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio. O autor consegue concluir que a discussão dos temas relacionados à história da ciência nos livros didáticos ainda é feita de maneira muito superficial, apontando a descontextualização, a ocultação de erros que ocorrem ao longo do desenvolvimento científico, o momento histórico em questão, cientistas relevantes nesse processo, entre outros aspectos (Pagliarini, 2007).

Os aspectos destacados, acerca de uma interpretação distorcida e/ou equivocada sobre como a ciência se desenvolve ao longo do tempo, pode ser melhor analisada quando buscamos um aporte teórico a partir do conceito de Natureza da Ciência. Ainda mais quando objetiva-se usar a História da Ciência em contextos educacionais (Forato, 2011).

Para que, desta forma, possamos ter uma visão mais esclarecida do processo no qual a ciência é construída ao longo de tempo, no intuito de romper com ideias de que a ciência é desenvolvida de maneira linear; que é neutra, e que assim sendo, não

sofre intervenções sociais, a partir de interesses políticos e/ou econômicos, bem como de seus sujeitos; que ela está livre de erros e impasses, dentre outros aspectos que serão melhor discutidos ao longo da dissertação (Forato, 2011).

Ao olharmos para o ensino, não podemos deixar de citar o papel importante do professor como mediador do processo educativo. A literatura aponta a relação entre a História da Ciência em sala de aula e o lugar do professor nesse processo. Martins (2007), Forato (2009) e Vital e Guerra (2017) destacam a dificuldade de abordar os conteúdos históricos no Ensino de Ciências, devido à formação de professores que muitas vezes não estão totalmente preparados para fazer essa abordagem.

Além disso, os autores ressaltam a transposição do conteúdo histórico para uma abordagem adequada em sala de aula como um desafio. Eles também enfatizam a importância de um material didático de qualidade que se atenha a esse aspecto (Martins, 2007; Forato, 2009; Vital e Guerra, 2017).

Dias e Martins (2004) tecem discussões no mesmo sentido, salientando, ainda, que seria pretensioso apontar que os professores estão preparados para levar conteúdos sobre a História da Ciência para a sala de aula. Visto que na referida pesquisa, os autores fazem uma abordagem histórica bastante detalhada a respeito do eletromagnetismo, focado principalmente na figura de Michael Faraday, eles evidenciam os caminhos e desafios para essa pesquisa. Destacando quão árdua é a tarefa de encontrar fontes confiáveis para a elaboração de materiais que apresentem a história de forma precisa ao longo do desenvolvimento científico. Isso vai de encontro com os textos presentes em livros didáticos, que, como apontou Pagliarini (2007), abordam a História da Ciência de maneira superficial.

Portanto, não basta somente um suporte teórico a respeito da História da Ciência que seja confiável e bem elaborado, há também, a necessidade de se pensar nos meios de levar os conteúdos para a sala de aula. Devemos nos atentar na busca de soluções que sejam aplicáveis e replicáveis em sala de aula.

Desta forma, nossa proposta está pautada no Ensino por Investigação, tendo em vista que está claro na BNCC a importância de abordagens investigativas como suporte para que os estudantes sejam protagonistas de suas aprendizagens. Portanto, o Ensino por Investigação vai ao encontro destas orientações quando olhamos para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio.

Além disso, dentre as três Competências Específicas dessa área, está a investigação de situações-problema como uma abordagem que permite que os estudantes possam propor soluções tanto do ponto de vista regional quanto global (Brasil, 2018).

O tratamento investigativo para o ensino de Física também está presente no Currículo Paulista, já que ele decorre das orientações da BNCC, então é esperado que traga tal posicionamento, valorizando a investigação científica como recurso para solução e intervenção frente aos desafios da nossa sociedade. Todavia, é muito importante notar que não são discutidas quais abordagens didáticas devem ser usadas no intuito de trazer a investigação para o ensino (Brasil, 2018; São Paulo, 2020). Sendo assim, essa discussão será realizada ao longo da dissertação e justifica nossa escolha pela abordagem de um Ensino por Investigação.

Dentre os diversos conteúdos ao qual a física se ocupa em estudar, escolhemos a óptica, mais especificamente o estudo da refração da luz associada ao emprego das lentes e dos problemas na visão, usando para tanto o Ensino por Investigação como abordagem didática.

Como apontado por Gircoreano e Jesuína (2001), muitas vezes esse assunto ocupa pouco espaço na programação escolar, limitando-se ao tratamento matemático da óptica geométrica, suas leis e o conceito de raio de luz, sem que fique claro aos estudantes como esses fenômenos ocorrem e como podemos melhor visualizá-los. Nesse sentido, nossa intenção é trazer uma abordagem que abarque os aspectos Históricos da Ciência sobre o tema, por intermédio de uma Sequência de Ensino Investigativo.

Com o intuito de delinear melhor nossa pesquisa e buscar as lacunas sobre o tema de interesse, realizamos uma pesquisa de revisão sistemática, entre os anos de 2001 e 2021, aproximadamente 21 anos, buscando na literatura o que dizem as pesquisas mais recentes acerca da História da Ciência e do Ensino de Física. Essa pesquisa será mais bem apresentada durante a discussão teórica da presente dissertação.

Tomando a introdução sobre o tema, na qual salientamos a História da Ciência como enfoque para o ensino, os obstáculos e a relevância do assunto para a área, valorizando os pressupostos apontados sobre o Ensino por Investigação ao Currículo Paulista, trabalharemos então, em torno da seguinte questão de pesquisa: Como

abordar a História da Ciência no Ensino de Física, levando em conta as novas demandas para Educação Básica, segundo o que está disposto no Currículo Paulista, por meio de uma proposta de Ensino por Investigação?

Sendo assim, a dissertação tem como **objetivo geral**: estudar a História da Ciência no Ensino de Física e, a partir disso, propor uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para o conteúdo de óptica, evidenciando sua viabilidade frente às orientações do Currículo Paulista. Bem como, analisar a sequência proposta a partir de dois contornos: Quanto ao seu desdobramento perante o Currículo Paulista e quanto aos pressupostos relativos à Natureza da Ciência.

Objetivos específicos:

- Produzir material de subsídio e divulgação da História da Ciência por meio de uma Sequência de Ensino Investigativo sobre a óptica, mirando o Currículo Paulista.
- Estudar e analisar criticamente a proposta do Currículo Paulista, buscando na literatura suas possíveis contradições, em relação ao Ensino Médio e à disciplina de Física.

Importante mencionar como a pesquisa está organizada, iniciamos nossos estudos elucidando o contexto da dissertação. Entendemos que a pesquisa desponta das orientações curriculares da BNCC e, principalmente, do CP (seção 2), então examinamos esses documentos a partir de dois aspectos, observando o que declaram e, o que consideramos substancial, ponderando as orientações e lançando um olhar mais crítico sobre a BNCC e o CP.

Partimos então para a fundamentação teórica (seção 3), acerca das temáticas de interesse nesta pesquisa, ou seja, o Ensino de Física, a História da Ciência, a Natureza da Ciência e o Ensino por Investigação. Desta forma, buscamos explicar a abordagem didática que escolhemos e como propor uma Sequência de Ensino Investigativo, bem como elucidar o caráter qualitativo da pesquisa (Seção 4).

Apresentamos nosso resultado principal, a Sequência de Ensino Investigativo para o conteúdo de óptica (Seção 5). Para então, analisarmos a SEI em relação ao seu desdobramento perante o Currículo Paulista e quanto aos pressupostos relativos

à Natureza da Ciência (seção 6). E, finalmente, tecemos nossas conclusões sobre nossos objetos de estudos (seção 7).

2 CONTEXTO DA PESQUISA: A BNCC E O CURRÍCULO PAULISTA, SUAS DEMANDAS E LACUNAS PARA O ENSINO MÉDIO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento que tem por intuito orientar os currículos de toda a Educação Básica Brasileira, abarcando a educação estadual, do Distrito Federal e dos municípios. Buscando suprimir as fragmentações curriculares existentes em âmbito Nacional. E ainda, coloca-se como um documento apropriado para nortear os currículos de formação de professores (Brasil, 2018).

Ao estudarmos a BNCC, podemos dizer que ela assume um aspecto de normativa e, em consequência disso, compete às redes de ensino adequarem-se a base, como fica exposto no trecho:

Com a homologação da BNCC, as redes de ensino e escolas particulares terão diante de si a tarefa de construir currículos, com base nas aprendizagens essenciais estabelecidas na BNCC, passando, assim, do plano normativo propositivo para o plano da ação e da gestão curricular que envolve todo o conjunto de decisões e ações definidoras do currículo e de sua dinâmica (Brasil, 2018, p. 20).

Desta forma, pode-se entender que o Currículo Paulista (CP) se trata de um desdobramento a partir das orientações curriculares advindas da BNCC. O Currículo Paulista, na etapa do Ensino Médio, abarca as indicações expostas na BNCC e, nesse ponto, pode-se inferir que apenas se limita a reiterar a BNCC, como indicado na pesquisa de Nascimento (2020).

As discussões que serão tecidas sobre a BNCC e o Currículo Paulista terão enfoque no Ensino Médio, na Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), mais especificamente no componente curricular de Física. Observando nestes documentos as aproximações com a História da Ciência e os pressupostos do Ensino por Investigação, pois esses são os objetos de estudo desta dissertação.

Desta maneira, nesta seção, discutiremos a BNCC e o Currículo Paulista em dois momentos. No primeiro explicitamos como se dá a organização desses documentos e quais são os aspectos importantes para entender estas orientações frente aos objetivos da dissertação (seção 2.1). Posteriormente, apoiados em outros referenciais, faremos uma discussão sobre essas orientações - BNCC e Currículo Paulista - evidenciando pontos que julgamos importantes para observá-las de maneira mais atenta e crítica (seção 2.2).

2.1 O QUE DECLARAM OS DOCUMENTOS DA BNCC E DO CP

Para fomentar as discussões e estudos aqui apresentados, faz-se necessário olhar atentamente para as orientações curriculares Nacionais e Estaduais, visando a BNCC e Currículo do Estado de São Paulo, no que tange as orientações para o Ensino Médio, etapa final da Educação Básica, essa etapa torna-se obrigatória e gratuita a partir de 2013, com a alteração da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) Lei n. 9.394 de 20 de dezembro de 1996, pela redação pela Lei n. 12.796 de 4 de abril de 2013 (Brasil, 1996; Brasil, 2013).

Olharemos mais especificamente no que diz respeito às temáticas que abordaremos na pesquisa, ou seja, a História da Ciência, Ensino de Física e a proposta de Ensino por Investigação. Atentando para como essas normativas se aproximam das temáticas supracitadas, bem como suas orientações e organização curricular, a fim de que nossa pesquisa contemple tal aspecto.

Segundo o que está disposto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trata-se de um documento norteador dos currículos das redes estaduais, do Distrito Federal e dos municípios e tem por intuito romper com a fragmentação das políticas de orientação educacional no nosso país. Foi elaborada por especialistas de diversas áreas, além de intitular-se completa e contemporânea, fazendo jus às demandas dos estudantes atuais, de modo a prepará-los para o futuro. Prossegue salientando que a BNCC é também um documento relevante para a elaboração dos currículos dos cursos de formação de professores (Brasil, 2018).

Toda a Educação Básica, a qual compreende a Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, está pautada nas Competências Gerais para a Educação, dispostas na BNCC e Reiteradas no Currículo Paulista do Ensino Médio. A BNCC define as competências gerais como:

(...) a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018, p. 8).

São dez competências gerais elencadas, das quais gostaríamos de destacar duas delas por sua relação com a temática da presente pesquisa:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2. 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 criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 9).

A primeira competência se relaciona com nossa temática principalmente no que tange a valorização dos conhecimentos historicamente construídos, sendo assim, podemos relacionar com a importância da abordagem da História da Ciência ao longo do Ensino, de modo a elucidar como a ciência se desenvolveu ao longo do tempo até chegarmos aos conhecimentos e entendimentos que possuímos hoje sobre o mundo que nos cerca.

Destacamos também a segunda competência, pois indica o uso de demandas investigativas para o Ensino, e que nos mostra uma aproximação com os pressupostos do Ensino por Investigação, o qual será adotado na proposta de Sequência de Ensino Investigativo e discutido com mais rigor na seção 3.3 da Fundamentação Teórica.

Por ora, gostaríamos de destacar que as Sequências de Ensino por Investigação (Carvalho, 2018), assim como a competência 2 da BNCC, valorizam aspectos investigativos e abordagens próprias das ciências no Ensino, bem como, abarca a inserção da História da Ciência ao longo do planejamento de sequências, o que vai ao encontro da primeira competência. Entretanto é necessário observar como é entendida a investigação elucidada nas competências da BNCC, se há maiores indicativos de como os docentes devem levar tal abordagem para a sala de aula. É importante, para o nosso estudo, analisar se fica claro, diante do currículo, como ele aborda a investigação para a aprendizagem dos estudantes.

Ainda queremos pontuar a relevância dada ao domínio de ferramentas digitais por parte dos estudantes, tanto para seu desenvolvimento pessoal, mas também para o exercício profissional no futuro:

É preciso garantir aos jovens aprendizagens para atuar em uma sociedade em constante mudança, prepará-los para profissões que ainda não existem, para usar tecnologias que ainda não foram inventadas e para resolver problemas que ainda não conhecemos. Certamente, grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais (Brasil, 2018, p. 473).

Sendo assim, precisamos estar alinhados a tal demanda e inserir atividades que propiciem aos alunos o desenvolvimento e aprendizagem de tal habilidade.

Outro ponto a ser destacado, que fica claro tanto na BNCC quanto no Currículo Paulista é a preocupação com a Educação Integral dos estudantes, tal educação não diz respeito ao tempo da jornada escolar, mas sim com uma educação comprometida com a formação e o desenvolvimento global dos educandos. Podemos elucidar tal aspecto citando a BNCC:

...o conceito de educação integral com o qual a BNCC está comprometida se refere à construção intencional de processos educativos que promovam aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea (Brasil, 2018, p. 14).

Sendo assim, independente da modalidade de ensino, os currículos nacionais devem estar atentos ao ensino integral, bem como as particularidades de cada indivíduo público-alvo da Educação Básica, os quais não podem ser considerados de forma homogênea. Deste modo, tanto o Currículo Nacional quanto do estado de São Paulo, trazem destaque às juventudes e o cuidado para que estas não sejam vistas de maneira uniforme e sim que devemos zelar e nos atentar às demandas específicas destas, valorizando tal aspecto (Brasil, 2018; São Paulo, 2020).

A BNCC e o Currículo Paulista discutidos nessa seção trazem o que é chamado de “aprendizagens essenciais”, esse termo aparece diversas vezes nos documentos. Sendo assim, precisamos elucidar que, por tratar-se daquilo que se julga essencial na aprendizagem dos estudantes ao longo de cada etapa da Educação Básica, tais aprendizagens aparecem melhor explanadas ao longo das competências e habilidades colocadas nos currículos (Brasil, 2018; São Paulo, 2020).

Em nosso entendimento os termos “aprendizagens essenciais” e “habilidades” se fundem ao longo do currículo, pois as habilidades refletem o que o ensino deve abordar e promover de aprendizagem em cada etapa. Destacamos o que se entende como habilidade na etapa do Ensino Médio a partir da BNCC: “Para assegurar o desenvolvimento das competências específicas de área, a cada uma delas é relacionado um conjunto de habilidades, que representa as aprendizagens essenciais a ser garantidas no âmbito da BNCC a todos os estudantes do Ensino Médio” (Brasil, 2018, p. 33). Ou seja, quando a BNCC define as habilidades, é posto que se trata das aprendizagens essenciais, o que justifica nosso entendimento de que são termos correlatos.

No trecho supracitado aparece o termo “competências específicas”. Estas são diferentes para cada área do conhecimento. São quatro as áreas do conhecimento

para o Ensino Médio: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, e por fim, Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) compreende as disciplinas de Biologia, Química e Física, sendo, portanto, objeto de estudo desta pesquisa.

Gostaríamos, então, de sintetizar como ocorre a organização curricular a partir de suas competências, habilidades, unidades temáticas e objetos do conhecimento. Primeiramente são definidas as competências gerais, as quais são norteadoras de toda a Educação Básica. Entretanto, há também competências específicas por área do conhecimento. Para nós, interessam as competências relacionadas diretamente com a nossa área de estudo: a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). São três as competências específicas da área de CNT, segundo a BNCC e o Currículo Paulista:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (São Paulo, 2020, p. 151).

Cabe destaque para as competências específicas da área de CNT. Mais uma vez é citada a investigação de situações-problema por meio do conhecimento científico utilizando a linguagens próprias das Ciências da Natureza, temática esta que vai ao encontro do Ensino por Investigação e, conseqüentemente, de uma proposta de Sequência de Ensino Investigativo, pressupostos estes que são melhor discutidos nas seções, 3.3 e 4 desta dissertação.

Entretanto, não fica claro a partir da BNCC e do Currículo Paulista como deve acontecer tal investigação. É mencionado somente com qual intuito se utiliza da investigação, apontando que ela é uma ferramenta para resolução de problemas sejam eles locais ou globais.

Por sua vez, as competências específicas se relacionam com as habilidades que são comuns entre os componentes curriculares de Biologia, Física e Química. As competências específicas e habilidades se relacionam também com o que é intitulado de unidades temáticas e objeto do conhecimento, este último se refere aos conteúdos abordados para cada componente curricular em cada competência e habilidade ao longo da Etapa do Ensino Médio (Brasil, 2018; São Paulo, 2020).

Quanto às unidades temáticas, elas reúnem os objetos de conhecimento que são correlatos. São três as unidades temáticas descritas para a área de CNT: **Matéria e Energia**; **Vida, Terra e Cosmos**; **Tecnologia e Linguagem Científica** (São Paulo, 2020). Fica mais evidente a associação entre as competências específicas e as unidades temáticas a partir do destaque:

Assim, as unidades temáticas foram divididas em três grupos: **Matéria e Energia** estão relacionadas à competência 1; **Vida, Terra e Cosmos** estão relacionados à competência 2; e **Tecnologia e Linguagem Científica** estão relacionadas à competência 3. As unidades estão articuladas a objetos do conhecimento de acordo com suas especificidades (São Paulo, 2020, p. 152).

Até aqui destacamos a organização do que a BNCC e o Currículo Paulista intitulam de Formação Geral Básica, sendo que a BNCC prevê uma parte diversificada também, a qual compreende os Itinerários Formativos (Brasil, 2018; São Paulo, 2020). É posto no Currículo Paulista que as atividades desenvolvidas ao longo da etapa anterior ao Ensino Médio, o Ensino Fundamental, oferecem condições para que os estudantes estejam preparados para fazer as escolhas dos Itinerários Formativos ofertados no Ensino Médio. Pois, na etapa do Ensino Fundamental, os alunos já desenvolvem o protagonismo juvenil, as competências socioemocionais e seus projetos de vida. Assim, conclui-se que:

O estudante vai adquirindo autonomia no seu processo de aprendizagem, obtendo as bases necessárias para que ao ingressar no Ensino Médio possa realizar escolhas, desde os itinerários formativos que irá percorrer até os desafios que terá de enfrentar ao final da Educação Básica (Brasil, 2018, p.42).

Faz-se necessário elucidar outros termos aqui abordados, pois estes norteiam toda a educação básica, como o Protagonismo Juvenil que é muito valorizado nos currículos estudados e que entendemos que se relaciona com as ações que propiciam aos estudantes experiências nas quais eles tornam-se sujeitos ativos em suas aprendizagens e desenvolvimento (Brasil, 2018; São Paulo, 2020).

O Protagonismo Juvenil reflete também na possibilidade dos estudantes colocarem em discussão seus Projetos de Vida, o qual deve nortear as ações no âmbito escolar, tanto no Ensino Fundamental quanto no Médio. Tal projeto pode estar relacionado à vida acadêmica e/ou ao mundo do trabalho, dependendo da escolha de cada estudante. Trata-se então do que o estudante almeja para sua vida e das ações que precisa desenvolver a fim de realizá-lo, tanto a curto, médio e longo prazo (Brasil, 2018; São Paulo, 2020).

Por fim, de acordo com as leituras realizadas, entende-se que as competências socioemocionais destacam que, além de competências e habilidades cognitivas, os estudantes para seu pleno desenvolvimento necessitam desenvolver a competência socioemocional a qual não está dissociada das competências cognitivas, sendo então algo subjetivo e particular a cada indivíduo. Entretanto, a escola deve fornecer ferramentas para tal habilidade, conforme podemos melhor elucidar a partir das citações:

É importante destacar que o desenvolvimento das competências socioemocionais não tem como escopo conformar subjetividades, isto é, não deve haver nenhum tipo de determinismo sobre o que o estudante deve se tornar, uma vez que seu desenvolvimento está relacionado ao ato de aprender a ser. Nesse sentido, quando se atribui significado ao que é ser responsável, colaborativo etc., ou seja, quando se aprende a ser, é possível fazer escolhas entre querer ser, ou não, de uma determinada maneira, em uma dada situação. Esse querer advém da singularidade construída a partir das percepções gestadas no vivido, ainda que sob influência dos códigos culturais (São Paulo, 2020, p. 25-26).

Competências como a comunicação, autogestão, criatividade, empatia, colaboração e autoconhecimento, entre outras, quando trabalhadas intencionalmente nas práticas escolares de modo articulado à construção do conhecimento, impactam de modo positivo a permanência e o sucesso do estudante na escola e têm relação direta com a continuidade dos estudos, com a empregabilidade e com outras variáveis ligadas ao bem-estar da pessoa, como a saúde e os relacionamentos interpessoais (São Paulo, 2020, p. 26).

Retomando nossa discussão acerca da Formação Geral Básica e principalmente para elucidar os Itinerários Formativos, acreditamos que está claro como se organiza a Formação Geral Básica dos estudantes nas etapas da educação, principalmente para o Ensino Médio. Está posto nos documentos que a Formação Geral Básica deve garantir a todos os estudantes as aprendizagens essenciais, competências e habilidades já definidas e discutidas por nós (São Paulo, 2020).

Sendo assim, os Itinerários Formativos também são orientados, de acordo com a BNCC, a partir das Competências Gerais da Educação Básica, bem como pelas Competências Específicas e habilidades de cada área do conhecimento. Tem-se

então nos Itinerários Formativos uma proposta de flexibilização dos currículos em âmbito nacional, dando a possibilidade de escolha aos estudantes. Além disso, os itinerários formativos podem ter estruturas diferentes: com foco em uma formação técnica ou profissional; com base em uma área do conhecimento; ou, por fim, com a articulação de competências e habilidades de áreas diferentes, os chamados itinerários integrados (Brasil, 2018). Outro ponto relevante na oferta dos Itinerários Formativos é que se deve atentar a algumas demandas:

Assim, a oferta de diferentes itinerários formativos pelas escolas deve considerar a realidade local, os anseios da comunidade escolar e os recursos físicos, materiais e humanos das redes e instituições escolares de forma a propiciar aos estudantes possibilidades efetivas para construir e desenvolver seus projetos de vida e se integrar de forma consciente e autônoma na vida cidadã e no mundo do trabalho (Brasil, 2018, p. 478).

Voltando nosso olhar para as orientações do Currículo Paulista, lembrando que este está pautado na BNCC, mencionaremos como se dá a organização desses Itinerários Formativos. Estão pautados em quatro eixos estruturantes, que devem ser considerados de maneira complementar e ao longo de todo o desenvolvimento dos Itinerários Formativos. São eles: a investigação científica; processos criativos; mediação e intervenção sociocultural; e, por fim, o empreendedorismo. Há alguns aspectos em comum entre esses eixos estruturantes, pois olhando como o currículo os define, sempre é colocada a importância de considerar o interesse, os projetos de vida e o protagonismo dos estudantes, pontos esses que são tomados como ponto de partida em diversas ações no currículo (São Paulo, 2020).

Entretanto, é importante para nossa discussão entender, principalmente, o eixo temático intitulado de investigação científica e como a BNCC o define. Sendo assim, segue o que está posto:

I – investigação científica: supõe o aprofundamento de conceitos fundantes das ciências para a interpretação de ideias, fenômenos e processos para serem utilizados em procedimentos de investigação voltados ao enfrentamento de situações cotidianas e demandas locais e coletivas, e a proposição de intervenções que considerem o desenvolvimento local e a melhoria da qualidade de vida da comunidade; (Brasil, 2018, p. 478).

A partir do referenciado, podemos notar, mais uma vez, que o entendimento acerca do termo investigação científica não fica bem definido a partir da BNCC, ou seja, não são apontados caminhos de como deve ser realizada tal investigação em sala de aula, mas apenas nos dá indícios do que tal investigação científica pode causar dentro do contexto educacional. Em outros termos, atendendo às situações relacionadas com o cotidiano dos alunos e para demandas da comunidade escolar.

Partindo da nossa interpretação do trecho supracitado e de outros momentos nos quais destacamos a investigação científica ao longo da BNCC e do Currículo Paulista, podemos observar que ela não fica esclarecida. Observa-se a investigação científica como ferramenta para solucionar situações e problemas do cotidiano e, desta forma, gerir as demandas, sejam elas locais ou globais. Assim sendo, a interpretação do que é a investigação científica ou de como usar uma abordagem investigativa em sala de aula se torna bastante imprecisa e genérica a partir desses documentos.

Sobre a organização dos itinerários, ela é feita da seguinte forma: a partir dos eixos estruturantes são elencadas habilidades relacionadas às Competências Gerais para cada um desses eixos, bem como para cada competência geral são relacionadas habilidades específicas por eixo estruturante. Entretanto, não faz parte do escopo desta pesquisa elucidar de maneira mais aprofundada os itinerários formativos. Porém, é possível acessar o documento completo para maiores informações sobre as habilidades, organização e possibilidades previstas para os itinerários formativos na área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias ¹ (São Paulo, 2020).

2.2 UM OLHAR CRÍTICO SOBRE A BNCC E O CP

Primeiramente, é importante elucidar como entendemos o currículo. Moreira e Tadeu (2013) discutem que, para além de ser um documento normativo, o currículo contempla determinadas intencionalidades e relações que perpassam o contexto social, desta forma considera-se a não neutralidade neste documento.

Apple (2013) também traça argumentações no mesmo sentido, de que não se pode supor a neutralidade, pois há a valorização de determinados conteúdos em função de outros e a relação de intencionalidade por parte de alguns grupos que são colocados em situação de poder.

Outro apontamento relevante é a relação estabelecida por Moreira e Tadeu (2013) entre currículo e cultura, no qual diz-se que a cultura não é homogênea e que ela se instaura em relações sociais que são desiguais, sendo assim, há a perspectiva

¹ Acesso à organização curricular dos itinerários formativos da área de Ciências da Natureza pode ser encontrado entre as páginas 218 a 228 do Currículo Paulista (São Paulo, 2020, <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>)

que um tipo de cultura não se sobressaia sobre outro, sendo então apontadas no currículo:

Em vez disso, a cultura é vista menos como coisa e mais como um campo e terreno de luta. Nessa visão, a cultura é o terreno em que se enfrentam diferentes e conflitantes concepções da vida social, é aquilo pelo qual se luta e não aquilo que recebemos (Moreira e Tadeu, 2013, p. 35).

Para Apple (2013), as relações sociais não igualitárias não são reproduzidas sem intencionalidade na educação e no currículo, apontando, além disso, que a igualdade não deve ser vista apenas de forma normativa e legal, mas que proporcione a igualdade de maneira efetiva.

Desta forma, cabe elucidar, refletir e questionar sobre os seguintes pontos: Como ocorreu a implementação da BNCC e do Currículo Paulista? Atendendo a quais interesses? Em qual contexto? Como ocorreu a consulta pública realizada para esses documentos?

Nascimento (2020) entende que a reestruturação curricular não incorre somente em mudanças no âmbito escolar, mas que, por outro lado, influencia nossa sociedade de modo mais abrangente, em aspectos políticos, sociais, econômicos e culturais.

Um ponto importante, para a presente dissertação é observar mais atentamente que não há a especificidade disciplinar, por exemplo, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), em que estão presentes, de modo agrupado, as disciplinas de Física, Química e Biologia. As disciplinas são agora intituladas de componentes curriculares de uma determinada área do conhecimento (Brasil, 2018).

Uma consequência desta diluição das disciplinas em uma área do conhecimento, traz como efeito a descaracterização da individualidade disciplinar (Prevato, 2023). Como fica claro, a partir do trecho:

Uma vez que organizado os conteúdos historicamente sistematizado em um segundo plano, significa comprometer o Ensino de Ciências, pois a compreensão de alguns conceitos abordados nos componentes curriculares Física, Química e Biologia, exigem do docente formação na área na qual atua. Com efeito, a proposta da BNCC do ensino médio trabalha com a articulação da área de ciências da natureza, o que pode levar a uma formação insatisfatória aos sujeitos em relação aos conhecimentos específicos (Prevato, 2023, p. 51).

Nos estudos de Prevato (2023) são apresentadas três matrizes curriculares disponibilizadas pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (Seduc-SP), para o ensino regular, diurno e noturno, e para o Programa de Ensino Integral, no qual

é possível inferir que as disciplinas de Física, Química e Biologia, como componentes curriculares estão presentes somente ao longo da 1ª e 2ª Série do Ensino médio.

Na 3ª série do Ensino Médio, as disciplinas de Física, Química e Biologia, não aparecem mais como componente curriculares, mas sim, a partir dos Itinerários Formativos que são a parte diversificada do currículo, e os componentes curriculares aparecem de forma integrada, entre uma ou mais áreas do conhecimento, e o acesso a cada Itinerário Formativo depende da escolha de cada estudantes.

Em Nota Técnica intitulada, “Não podemos Admitir novos retrocessos no Ensino Médio Brasileiro”, a Rede Escola Pública e Universidade (REPU), destaca:

[...] é fundamental explicitar na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional a **necessidade de maior equilíbrio entre componentes curriculares e áreas do conhecimento, assegurando a presença de todas as disciplinas ao longo dos três anos do Ensino Médio** (REPU, 2023, p. 6, grifo do autor).

Desta forma, é importante observar que essa nova estrutura curricular, pode acarretar consequências indesejadas às disciplinas e suas especificidades, que agora aparecem como uma grande área, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, as quais têm como objetivo o desenvolvimento de competências e habilidades que são comuns aos componentes curriculares, Física, Química e Biologia.

Então, há de se pensar e analisar o que caracteriza cada uma das disciplinas e suas particularidades. Cássio e Goulart (2022) apontam que a Formação Geral Básica nas escolas públicas se mostra fragilizada, pois há a supressão de conteúdos.

Cavalcanti e Carvalho (2021) salientam a diminuição dos conteúdos diante da carga horária disponibilizada para a Formação Geral Básica que, antes da Proposta do Currículo Paulista, era de 1000 horas anuais para as disciplinas específicas e que agora passa por uma diminuição progressiva ao longo das séries do Ensino Médio. Da seguinte forma: para as séries do ensino médio: 900 horas na primeira série, 600 horas na segunda série e, por fim, 300 horas na terceira série. Tal diminuição na Formação Geral Básica é decorrência do aumento progressivo da carga horária destinada aos Itinerários Formativos (Cavalcanti; Carvalho, 2021).

Os autores ainda fazem um destaque para a disciplina de física, comparando as orientações do currículo anterior com a proposta do Currículo Paulista atual, frente ao material disponibilizado para os professores, intitulado Currículo em Ação. Nos dizendo que agrupar as disciplinas de Física, Química e Biologia, em uma só área –

Ciências da Natureza e suas Tecnologias – esvazia o conteúdo específico de determinada disciplina (Cavalcanti; Carvalho, 2021). Conforme fica claro nas citações:

No período de 2008-2017, os professores de física podiam iniciar as aulas com o conteúdo de movimento, passando pela variação do movimento por ação de uma força e terminando nas relações das leis de Newton com as leis de conservação. Com o Currículo em Ação a partir de 2021, é ampla a presença de temas interdisciplinares e a diminuição dos objetos de conhecimento do componente curricular específico de física (Cavalcanti; Carvalho, 2021, p. 204).

Entendemos que o Currículo mínimo em Ação, fornecido aos alunos pelo Estado de São Paulo, possui uma oferta de ensino reduzida, com noções mínimas do conhecimento acumulado ao longo do processo civilizatório e vai contra o que a escola deveria ter como função: de prover os alunos da cultura e da ciência acumulada historicamente, [...] (Cavalcanti; Carvalho, 2021, p. 205).

Entretanto, a partir do apontamento da Rede Escola Pública e Universidade (REPU) (2023) em nota técnica intitulada “Substituição de livros do PNLD por slides digitais na rede Estadual de São Paulo”, é importante frisar um movimento que tem acontecido a partir de agosto 2023, no qual houve a substituição do material didático “Currículo em Ação” por slides digitais fornecidos pela Secretaria de Educação do estado de São Paulo (Seduc-SP).

Ou seja, os livros didáticos do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), devem ser substituídos por aulas a partir desses slides disponibilizados pela Seduc-SP. Há a crítica em relação à essa atitude, pois estes slides apresentam problemas, como erros acerca dos conceitos, não são contextualizados e ainda há problemas metodológicos (REPU, 2023).

Expõem ainda, as consequências advindas da proposição desses slides como material didático:

A proposta de adotar um material didático único fere o princípio constitucional da pluralidade de ideias e de concepções pedagógicas, retirando de professores/as e estudantes a possibilidade de organizarem as aulas a partir de material diversificado e aprofundado, com evidentes prejuízos às aprendizagens na rede estadual. Não há evidências na literatura científica das áreas de Educação e Ensino de que o estreitamento do acesso a recursos didático-pedagógicos traga qualquer benefício aos processos de ensino e aprendizagem (REPU, 2023, p. 24).

Desta forma, há de se questionar como os conteúdos têm sido expressos dentro das escolas do estado de São Paulo. Dada a limitação temporal, a partir da redução da carga horária disciplinar de Física e outras disciplinas; frente à reorganização dos objetos de conhecimentos específicos de cada área, a fim de tratá-los como uma grande área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, o que incorre

na falta de especificidade conceitual própria de cada componente curricular, acarretando em prejuízos na formação dos estudantes; em decorrência também das mudanças ocorridas nos materiais didáticos que limitam cada vez mais o conteúdo específico de uma disciplina, bem como restringe-se a uma única abordagem didático-pedagógica, a partir dos slides disponibilizados pela Seduc-SP.

Ao estudar a BNCC é apresentado que houve a participação e colaboração da sociedade para elaboração do referido documento, a partir da coordenação do Ministério da Educação (MEC). Conforme está presente no próprio texto da BNCC, conforme elucidado na citação:

Sua formulação, sob coordenação do MEC, contou com a participação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, depois de ampla consulta à comunidade educacional e à sociedade, conforme consta da apresentação do presente documento (Brasil, 2018, p. 20).

Entretanto, podemos questionar tal participação, como é apontado por Rocha e Pereira (2018) que evidenciam que não foram garantidas formas para que tal participação acontecesse de forma democrática. Apontam ainda que há um distanciamento entre aqueles que planejam e os que realizam o projeto (Rocha; Pereira, 2018). Além disso, Nascimento (2020), apoiado em outros autores (Rocha, 2016; Rodrigues, 2016; Heleno, 2017), aponta qual foi a ordem cronológica percorrida durante tal consulta, justificando a falta de garantia de que a mesma resultasse em um texto de ampla participação pública, da forma como a BNCC intitula-se:

Para a elaboração da primeira versão do documento da BNCC o Ministério da Educação (MEC) realizou uma consulta pública, virtual, de modo a justificar a participação popular em março de 2016, mas os resultados dessa consulta não foram publicizados. Esta consulta já contava com uma versão preliminar elaborada desde julho de 2015 por pesquisadores e professores de educação básica. Em maio de 2016, dois meses após a abertura da consulta pública, o MEC apresentou a segunda versão do documento e, no mês seguinte, tinha a pretensão de realizar seminários estaduais para finalizar a proposta em junho de 2016, o que só aconteceu em dezembro de 2018 (Nascimento, 2020, p.19).

Na pesquisa de mestrado de Nascimento (2020) – que contou com a participação de professores e coordenadores de três escolas distintas e representantes de duas Diretorias de Ensino diferentes – pode-se inferir, no que diz respeito às consultas públicas em relação à BNCC, que:

- Os representantes das Diretorias de Ensino não tiveram conhecimento de como se deu a participação de professores na BNCC;
- Já os coordenadores apontaram que as condições da consulta não oportunizaram uma efetiva colaboração dos professores, diante de alguns

problemas, dentre eles, um prazo pequeno para o envio de contribuições dos docentes, estabelecidos pelas Diretorias de Ensino e pela Secretaria de Educação do estado de São Paulo.

- De modo semelhante, os professores entrevistados disseram que a consulta pública para o Ensino Médio aconteceu entre maio e setembro de 2018, sendo que foram realizadas discussões sobre o documento durante 50 minutos, no ATPC (Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo), o que foi considerando um tempo reduzido dada a complexidade do texto da BNCC.

Sendo assim, a pesquisa desenvolvida por Nascimento (2020) com alguns membros que representam a organização escolar vai ao encontro da percepção de que as consultas públicas não refletiram em uma garantia de participação docente para a elaboração da redação da BNCC.

Voltando nossa atenção para o Currículo Paulista, de modo análogo à BNCC, está expresso no documento que ele passou por ampla consulta pública. Segundo o Currículo Paulista, as consultas ocorreram entre 19 de março e 8 de maio de 2020, menos de dois meses, logo após a divulgação da versão preliminar do documento, em fevereiro de 2020. Entretanto, a versão final do Currículo Paulista foi encaminhada ao Conselho Estadual de Educação e aprovada em 29 de julho de 2020 (São Paulo, 2020). Ou seja, um pouco mais de dois meses após a finalização das consultas públicas.

Entretanto, podemos olhar para essas datas e dados e refletir sobre a efetividade da consulta pública. A partir do Currículo Paulista temos também o dado de que 98.856 pessoas participaram da referida consulta (São Paulo, 2020).

Em primeiro lugar, a consulta por si só pode não garantir, por exemplo, que as considerações feitas pelos participantes foram consideradas para a versão final da proposta, ainda mais quando destacamos o curto espaço de tempo entre sua realização e a aprovação da versão final do documento, aproximadamente 2 meses, bem como o número relativamente alto de participantes (98.856 pessoas).

Além do mais, como entender, a partir da consulta pública apresentada no documento, como se deu sua realização e qual a garantia de participação dos professores que atuam em sala de aula e quais aspectos levantados por estes foram incorporados à proposta? Apreendemos então que, expor os dados da consulta pública não está diretamente associada à efetivação de uma proposta que abarca os anseios da população, tão pouco as demandas elucidadas pelos profissionais da área

e docentes atuantes na educação básica. Portanto, como a própria literatura denuncia, consulta e participação não são sinônimos (Nascimento, 2020; Cavalcanti e Carvalho, 2021; Cassio e Goulart, 2022; REPU, 2023 entre outros).

Corroborando com o exposto, Nascimento (2020), ao realizar um estudo sobre a participação dos professores com alguns representantes da organização escolar durante o processo de elaboração do Currículo Paulista, a partir da consulta pública realizada, nos diz, diante das falas dos entrevistados, que os mesmos não se sentiram ouvidos, dada a forma como as consultas ocorreram.

Podemos elucidar o que discutimos acerca das consultas públicas não refletirem uma garantia de participação docente, a partir da inferência de Nascimento (2020):

As consultas públicas para a elaboração da BNCC e do CP não atenderam às necessidades dos professores participantes. Estes não sentiram que foram ouvidos, e ficam com a sensação de que a BNCC é uma obra de profissionais que desconhecem a realidade escolar (Nascimento, 2020, p. 142).

Conversando com esta temática, a pesquisa de Nascimento (2020), infere que a proposta apresentada no Currículo Paulista é muito semelhante com o que aparece na BNCC, nos dizendo ainda que o Currículo Paulista se limita ao que está prescrito no currículo mínimo mostrado na BNCC. Neste sentido, podemos questionar que, se a consulta pública realizada em relação a BNCC não se mostrou eficaz a fim de atender aos anseios de professores, é coerente que tal descontentamento apareça também em relação ao Currículo Paulista, como evidenciado pela pesquisa de Nascimento (2020) aqui discutida. Ao estudarmos os documentos, também fica evidente que muitos aspectos são reiterados de um documento para o outro, sem que o Currículo Paulista ultrapasse as prescrições da BNCC.

Outro aspecto que cabe destacar e refletir é o momento no qual as consultas foram realizadas e qual o reflexo disso. Dos Santos Júnior e Neira (2020) pontuam e avaliam que, o fato da consulta a respeito do Currículo Paulista ter acontecido no contexto da pandemia da Covid-19, inviabiliza ou dificulta a ocorrência de um debate mais amplo sobre a temática, que é de grande relevância.

Como elucidamos no início desta seção, é minimamente ingênuo acreditar que os currículos se apresentem de modo neutro e alheios a determinados interesses.

Macedo (2014) aponta que, em 2014, o Ministério da Educação divulgou a iniciativa de construção de uma Base Nacional Comum Curricular a partir da consulta

de estados e municípios. A autora também indica que, mesmo antes das consultas, já aconteciam encontros com representantes políticos públicos e privados no intuito de discutir a temática. E ainda que, em julho do mesmo ano, a Secretaria de Educação Básica divulgou um documento para a comunidade acadêmica, porém tal documento não foi amplamente disseminado.

Outra tendência, apontada por Macedo (2014), por volta dos anos 90, é que os países da América Latina empreendiam esforços quanto à elaboração de bases nacionais curriculares, e de forma coincidente, a iniciativa privada aparece nas discussões sobre as políticas públicas educacionais. A autora cita alguns exemplos de agentes privados e seus fins:

[...] buscando interferir nas políticas públicas para a educação também com perspectivas de maior controle sobre os currículos. Fundações ligadas a conglomerados financeiros como Roberto Marinho, Victor Civita, Aírton Senna e Lemann, empresas como Natura, Gerdau e Volkswagen, grupos educacionais como CENPEC e “movimentos” como o Todos pela Educação são alguns dos exemplos (Macedo, 2014, p. 1533).

Desta forma, podemos ponderar quais desdobramentos podem surgir da participação da iniciativa privada em debates relacionados à Educação Básica. Gostaríamos de salientar, nesta discussão, o que Peroni e Caetano (2015) concluem a partir de seus estudos nesse sentido:

As ações empresariais, no campo da educação, desenvolvem práticas que promovem a síntese entre o interesse individual e o interesse geral. Elas não interferem nos interesses econômicos, nem se opõem ao Estado, pelo contrário, atuam através e com o Estado, modificando a cultura organizacional, visando que o Estado aprenda com as qualidades do setor privado a flexibilidade, a inovação, a eficiência e a eficácia – ou seja, os valores do mercado. Percebemos essas questões presentes na disputa pela Base Nacional Comum (Peroni; Caetano, 2015, p. 347).

Além dessa intervenção do setor privado, outro ponto prenunciado quando pensamos na Educação Nacional e no Currículo é o papel das avaliações externas. Segundo o entendimento de Nascimento (2020), tais avaliações são usadas como parâmetro para a organização dos currículos, pois há o desejo de que sejam alcançados os resultados esperados nessas avaliações, fazendo com que o objetivo da aprendizagem esteja mais voltado para elas do que para uma formação integral dos estudantes.

Sobre este aspecto, Nascimento (2020) destaca que o IDEB (Índice de Desenvolvimento da Educação Básica) é o parâmetro de apreciação da Educação no Brasil, entretanto a BNCC tem como cerne o desenvolvimento de competências, as

quais estão enunciadas em avaliações internacionais. Desta forma, as avaliações externas acabam por impactar os conteúdos presentes nos currículos.

Dentre tantos pontos passíveis de discussão e questionamentos acerca da elaboração e implementação da BNCC e do Currículo Paulista, também se faz necessário pensar na atuação docente e quais implicações diante desses currículos.

A partir dos resultados da pesquisa de Nascimento (2020), de acordo com a fala de professores entrevistados, estes não mostram uma compreensão integral acerca da BNCC e o autor infere que tal fato pode ser decorrência das condições de trabalho destes. Além do mais, mesmo que a consulta pública tenha o intuito de oferecer participação aos professores, eles não se sentiram representados perante a proposta apresentada na BNCC.

Ainda de acordo com a pesquisa de Nascimento (2020), os entrevistados pontuam que têm o entendimento de que o documento é elaborado por pessoas alheias ao ambiente escolar, ou seja, não se trata de profissionais da educação. Outra queixa docente em relação à BNCC, decorre da falta de orientação didática e pedagógica, bem como a ausência de espaços para formação.

Em relação ao papel do professor diante do que está posto na BNCC e sua atuação, pode-se entender que o cenário no qual a BNCC é elaborada, como ela se mostra e o modo que a consulta pública foi realizada, acarreta por não propiciar um ambiente no qual o docente pode ter autonomia, visto que nem o currículo abarca seus anseios. Como fica evidente a partir dos resultados de Nascimento (2020):

O professor é afastado do seu exercício político, pedagógico e educacional, por não ser o principal elaborador do currículo a ser desenvolvido por ele próprio, sendo impelido a ser um reprodutor passivo, acrítico e descomprometido com o poder educacional que ele dispõe para formar cidadãos críticos e participativos (Nascimento, 2020, p. 146).

Por fim, faz jus ressaltar que a BNCC tem como prescrição uma maior homogeneidade em relação ao conteúdo e conhecimentos ensinados até então em âmbito nacional. Entretanto é possível questionar a eficácia dessa postura (Nascimento, 2020). Dado que vivemos em um país que é marcado por diferenças culturais, sociais e econômicas entre suas regiões e estados, como garantir que os currículos estaduais e municipais, que se desdobram da BNCC, estão alinhados à essa demanda?

É dentro desse contexto que a BNCC e, conseqüentemente, o Currículo Paulista, foram elaborados e são hoje documentos norteadores da educação no nosso país e no estado de São Paulo, respectivamente.

Há lacunas quando visamos a garantia de um documento que represente os desejos dos professores e profissionais da educação, pois, conforme elucidamos, estes não se sentiram ouvidos, mesmo diante das consultas públicas realizadas. Consultas estas que se mostraram bastante problemáticas quanto à efetivação de participação, realização de debates sobre o tema e garantia de que os anseios manifestados na consulta pública se fizessem presentes e considerados para a elaboração das propostas finais dos currículos.

Por fim, podemos depreender deste contexto analisado que tanto a BNCC, quanto o CP, apesar de se denominarem documentos norteadores, na prática de sua aplicação, figuram como mecanismos de controle e padronização do trabalho docente. Essa tônica vai em contramão à discussão que a literatura assumida nesta dissertação defende (Apple, 2013; Moreira e Tadeu, 2013 entre outros), na medida em que compreendemos o currículo como construção social que deveria ser produzido na escola pela comunidade de professores. É nesse sentido, que propomos, neste trabalho, a construção de uma sequência didática envolvendo o conteúdo de óptica. Entendendo, assim, que é preciso, cada vez mais, desenvolvermos propostas curriculares que ampliem a autonomia docente e melhorias no processo de ensino e aprendizagem, de modo que não a asfixie.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE FÍSICA: O QUE APONTAM AS PRODUÇÕES

Conforme apontado na introdução para melhor delinear nosso objeto de pesquisa para a presente dissertação, foi realizada primeiramente uma pesquisa bibliográfica que tem como interesse mapear as produções acadêmicas de determinada área, em certo intervalo de tempo, a fim de compreender o que tem sido estudado segundo as pesquisas acadêmicas, quais as tendências, lacunas e evoluções para tal área de estudo (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

Tomando como ponto de partida nosso objeto de pesquisa, buscamos entender o que os artigos de nível Qualis/CAPES A1 nos revelam acerca de dois temas principais, o Ensino de Física e a História da Ciência, de maneira concomitante, e assim, entender como os temas estavam relacionados nas pesquisas já produzidas, para melhor delinear e justificar o tema da presente dissertação. Importante mencionar que nossa pesquisa abarcou um período de aproximadamente 21 anos, entre 2001 e 2021. Desta forma, iremos apresentar a referida pesquisa e os resultados obtidos na presente dissertação (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

Para tal estudo percorremos as seguintes etapas: a) estudo do referencial teórico da área de interesse, ou seja, o Ensino de Física e a História da Ciência, bem como as diretrizes nacionais acerca dos temas; b) seleção dos periódicos Qualis/CAPES A1, em nível nacional, sobre ensino a partir da plataforma scopus; c) busca pelos artigos nas revistas selecionadas, no período estipulado, 2001 a 2021, a partir dos buscadores “História da Ciência” e/and “Ensino de Física”, de modo a encontrar os termos de maneira coexistente nos artigos, nas plataformas Google Scholar e Scielo; d) leitura dos artigos encontrados a fim de observar quais tratavam da História da Ciência e do Ensino de Física de modo simultâneo, delineando e selecionando a constituição de dados da pesquisa; e) etapa de categorização, na qual agrupamos os artigos que tratavam dos mesmo temas e tinham objetivos semelhantes, criando para eles nossas categorias (Bardin, 1977); f) inferências e interpretações a partir do referencial teórico, analisando e discutindo os artigos das categorias criadas, podendo então apontar quais eram as lacunas, tendências e evoluções da área (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

Quanto aos periódicos nacionais Qualis/ CAPES A1, foram encontradas 18 revistas na área de ensino, as quais estavam indexadas na plataforma Scielo e/ou Google Scholar. Seguindo para a etapa c, utilizando os buscadores descritos, encontramos 43 artigos, publicados nas seguintes revistas: Revista Brasileira de Ensino de Física; Ciência e Educação; Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências.

Na próxima etapa, fizemos a leitura dos artigos e realizamos um recorte dos 43 artigos encontrados. Foram excluídos 13 artigos, pois tratavam quase que em sua totalidade apenas a História da Ciência, sem relação clara com o Ensino de Física. Observamos que os 13 artigos excluídos foram publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física. Sendo assim é plausível entender que esses resultados tenham mais relação com o escopo da revista (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

Gostaríamos de pontuar que os 13 artigos excluídos têm valor expressivo quanto ao entendimento da História da Ciência, bem como para estudos na área de ensino. Entretanto o objetivo da nossa pesquisa era buscar artigos que abordassem o Ensino de Física e a História da Ciência, o que não ocorre nesses que foram recortados, ou seja, não atendiam aos critérios preestabelecidos nos objetivos da pesquisa que realizamos (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

Desta forma, analisamos os seguintes artigos, conforme Quadro 1:

Quadro 1: Artigos selecionados na etapa d) deste trabalho.

Identificação	Ano	Título	Autores (as)
T1	2021	O papel de Cecilia Payne na determinação da composição estelar	Patrese Coelho Vieira; Neusa Teresinha Massoni; Alan Alves-Brito
T2	2020	Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz	Daniel Ortega; Breno Arsioli Moura
T3	2019	Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica	Fernando Siqueira da Silva; Francisco Catelli
T4	2018	O Sonho de Johannes Kepler: uma tradução do primeiro texto de hard sci-fi	Jair Lúcio Prados Ribeiro
T5	2017	A Implementação da História da Ciência no Ensino de Física: Uma reflexão sobre as implicações do cotidiano escolar	Abigail Vital; Andreia Guerra
T6	2017	Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência	Alexandre Bagdonas; João Zanetic; Ivã Gurgel

T7	2017	Física com Martins e Eu: Recordações da história e da obra de Pierre Lucie (1917-2017)	Evaldo Victor Lima Bezerra
T8	2017	“Sobre as cores” de Isaac Newton - uma tradução comentada	Jair Lúcio Prados Ribeiro
T9	2016	Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção da história da ciência no ensino	Abigail Vital; Andreia Guerra
T10	2016	Explorando História da Ciência na Amazônia: O Museu Interativo da Física	Jocasta Caldas; Marcelo C. de Lima; Luís C. B. Crispino
T11	2016	Cosmográficos: representando o espaço ao longo do tempo	Jair Lúcio Prados Ribeiro
T12	2015	História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia	Midiã M. Monteiro; André Ferrer P. Martins
T13	2015	A teoria analítica do calor de Joseph Fourier: uma análise das bases conceituais e epistemológicas	Anderson Pifer; Katya Margareth Aurani
T14	2014	Isaac Newton e a dupla refração da luz	Breno Arsioli Moura
T15	2014	James Prescott Joule e o equivalente mecânico do calor: reproduzindo as dificuldades do laboratório	Rafaelle da Silva Souza; Ana Paula Bispo da Silva; Thiago Silva Araujo
T16	2013	Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade	Marinês Domingues Cordeiro; Luiz O. Q. Peduzz
T17	2013	Reverendo o debate sobre a idade da Terra	A.C. Tort; F. Nogarol
T18	2012	Articulação de textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial de professores de física	Maria Consuelo A. Lima; Maria José P.M. de Almeida
T19	2012	Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia	Elvis Vilela Rodrigues; Erika Zimmermann; Ângela Maria Hartmann
T20	2011	O modelo do grande elétron: o background clássico do efeito Compton	Indianara Silva; Olival Freire Junior; Ana Paula Bispo da Silva
T21	2011	A carga específica do elétron: um enfoque histórico e experimental	Luiz Cezar Mendes da Silva; Wilma Machado Soares Santos; Penha Maria Cardoso Dias
T22	2010	O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados	Reginaldo R Soares; Paulo de F Borges
T23	2010	Discursos de licenciandos em física sobre a questão nuclear no ensino médio: foco na abordagem histórica	Thirza Pavan Sorpreso; Maria José Pereira Monteiro de Almeida

T24	2009	A física de Aristóteles: uma construção ingênua?	C.M Porto
T25	2009	Tycho Brahe e Kepler na escola: uma contribuição à inserção de dois artigos em sala de aula	Gilmar Praxedes; Luiz O.Q. Peduzzi
T26	2009	Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica	Júlio César Passos
T27	2008	A física nas séries iniciais (2ª a 5ª) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando a qualificação de professores	Felipe Damasio; Maria Helena Steffani
T28	2007	A História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física	Margarete J. V. C. Hülsendeger
T029	2004	História da ciência, interdisciplinaridade e ensino de física: o problema do demônio de Maxwell	Cristiano Mattos; Amélia Império Hamburger
T30	2004	A história da ciência na formação do professor de física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente	Sandra Regina Teodoro Gatti; Roberto Nardi; Dirceu da Silva

Fonte: Oliveira; de Carvalho Neto, 2022, p. 4 - 6.

Tendo constituídos nossos dados, ou seja, os artigos estudados naquela pesquisa, conforme quadro supracitado, produzimos três categorias: História da Ciência, Formação de professores, Ensino de Física. Discutiremos então, as categorias criadas. (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

História da Ciência

Tal categoria representa 40% dos artigos estudados, totalizando 12, são eles: T1, T3, T4, T6, T8, T11, T13, T14, T17, T20, T24 e T26. Nestes podemos verificar que a História da Ciência é tratada objetivando o Ensino de Física, entretanto, não são apontadas, abordagens, metodologias ou métodos de ensino, ou até mesmo, explanações visando o emprego da História da Ciência no ensino (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022). É possível trazer algumas citações que destacam o que evidenciamos em relação aos artigos:

As principais formulações para a primeira lei são apresentadas no Anexo, como indicador de caminhos que podem ser pesquisados visando a futuras contribuições ao ensino da termodinâmica (Passos, 2009, p. 3603-2).

Acreditamos que as contribuições sobre a noção de modelo aqui expostas e suas utilizações na ciência são de fundamental importância e poderiam ser mais bem explorados na escola. (Silva; Catelli, 2019, p. e20190029-8).

Pelo exposto, consideramos que o livro de Benson pode se revelar de grande valia para os professores de física no planejamento e desenvolvimento da unidade curricular supracitada, principalmente pelas interconexões entre o conteúdo programático e a história da ciência que sua leitura permite inferir. (Ribeiro, 2016, p. e4801-2).

Observando os trechos supracitados, podemos considerar que os artigos mostram uma relação sutil com o Ensino de Física, em breves comentários que não aprofundam o tema ou indicam métodos, metodologias ou aplicação para o ensino, sendo o conteúdo dessas pesquisas majoritariamente voltado para a História da Ciência. Destacamos ainda que se trata de volume considerável dentre os trabalhos aqui analisados (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

Formação de Professores

Essa categoria conta com 9 artigos, representando 30% dos trabalhos estudados e falam sobre a História da Ciência no contexto da formação de professores, são eles: T5, T9, T12, T16, T18, T23, T27, T29 e T30. Entendemos que é coerente o número expressivo de pesquisas nessa perspectiva, já que o Ensino está diretamente relacionado com o papel do professor e com a sua formação. Marques (2015), em seus estudos corrobora com o que apontamos, destacando o papel do professor e a sua formação para que a História da Ciência seja bem aplicada no Ensino de Física.

Nesta categoria, podemos destacar que grande parte dos artigos expõem cursos e um deles propõe uma sequência didática que destaca a História da Ciência na formação de professores. Já o trabalho T16 analisa um livro didático utilizado na formação de professores de física e discute como é realizada a abordagem da História da Ciência nesse livro, salientando quais os possíveis efeitos para a formação docente.

Os trabalhos T5 e T9, têm uma característica notável, são focados na formação de professores no contexto do Mestrado Profissional, nos quais produzem materiais de ensino relacionados à História da Ciência. Salientam, ainda, a importância da formação docente por intermédio do material produzido no momento de formação do Mestrado Profissional, e que os alunos de mestrado se mostraram interessados em inserir a História da Ciência como abordagem para o ensino. Entretanto, fica exposto também, nesses trabalhos, as possíveis dificuldades encontradas pelos professores quando pretendem empregar a História da Ciência no planejamento e na prática de

suas aulas e atividades escolares (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022; Vital; Guerra, 2016).

Os trabalhos restantes têm enfoque na área de formação de professores por intermédio de proposta de ensino para esse público. Martins (2007), Forato (2009) e Vital e Guerra (2017) atentam para a importância desse fator e que se trata de uma lacuna na formação. Desta forma, trabalhos com essas características podem contribuir para tal carência (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

Destacamos algumas citações dos trabalhos estudados que evidenciam os aspectos supracitados nesta categoria:

O objetivo desta pesquisa foi estudar como a evolução histórica dos modelos de atração entre corpos, tendo como pano de fundo a evolução dos modelos de mundo, pode auxiliar na formação inicial do docente de Física. (Gatti et al, 2004, p. 491)

O programa é estruturado em módulos, que contemplam diversos instrumentos e estratégias pedagógicas. Cada módulo começa com aulas de laboratório, seguido de uma interação em sala de aula com textos que abordam história da ciência, física do cotidiano e discussão de conceitos físicos. (Damasio; Steffani, 2008, p. 4503-1)

Consideramos relevante destacar uma lacuna apontada no artigo T12:

No entanto, parte considerável dos trabalhos desta área aborda essa temática sob a perspectiva teórica, havendo carência de avaliações de estratégias didáticas que trabalham com conteúdos de história e filosofia no ensino da física. (Monteiro; Martins, 2015, p. 4501-1).

Por fim, gostaríamos de destacar os resultados apresentados no trabalho T16, que nos mostram as potencialidades desse tipo de estudo e lacunas na formação em relação à análise do livro didático utilizado no ensino superior: “A abordagem de Eisberg e Resnick para a radioatividade e conceitos correlatos parece trazer consigo algumas fragilidades históricas e filosóficas” (Cordeiro; Peduzzi, 2013, p. 3602-9).

Quanto aos resultados obtidos, destacamos um trecho que ilustra bem as potencialidades, mas também os empecilhos e as dificuldades referentes à inserção da História da Ciência no Ensino de Física:

Apresentados como eixo condutor dos conteúdos de Física, os aspectos históricos contidos nos textos não representaram meros adornos ilustrativos ou anedotas sobre gênios e seus feitos maravilhosos. Esses aspectos também não se constituíram em um acréscimo de conteúdo extra à disciplina. Por outro lado, enfrentando obstáculos para a construção de um material didático próprio, os docentes não apresentaram uma escrita estritamente respaldada nas pesquisas: em alguns textos, como destacado anteriormente, os professores oscilaram entre apresentar a ciência como um trabalho coletivo e atribuir a uma pessoa isolada a autoria de uma teoria. Porém, atuaram como autores, demonstrando o conhecimento adquirido em sua formação, quando atentaram para as tendências historiográficas atuais divulgadas no domínio da inserção da História da Ciência no ensino. (Vital; Guerra, 2016, p.365)

Nesta categoria, concluímos que o Ensino de Física e a História da Ciência, apesar de serem tratados com abordagens distintas – ou seja, no contexto do Mestrado Profissional, em uma disciplina para formação de professores, na abordagem histórica de um livro e em sequências didáticas – ainda assim, todas elas estão direcionadas aos momentos de formação docente, bem como aos momentos em que os docentes são convidados a constituir planejamentos de aulas com essa temática.

Ensino de Física

Os trabalhos aqui destacados evidenciam a História da Ciência em abordagens educativas para a Educação Básica e um deles em um espaço não formal de aprendizagem, totalizando 9 trabalhos, o que representa 30% dos dados constituídos, são eles: T2, T7, T10, T15, T19, T21, T22, T25 e T28. Dentre eles, 4 têm uma característica em comum: além de tratar da História da Ciência em sala de aula, também trazem um tratamento experimental para a educação e o Ensino de Física, ou seja, tal aspecto toma destaque nessa categoria, evidenciando o uso de uma abordagem da História da Ciência atrelada à experimentação para o ensino da disciplina.

O trabalho T19 insere a História da Ciência por meio de um aplicativo para o ensino. Já o T25 aborda as potencialidades de inserção de dois artigos sobre a História da Ciência em contextos didáticos e, por fim, o T28 relata uma proposta de ensino para o conteúdo de termodinâmica (Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

Temos nessa categoria certa variedade de aproximações entre o Ensino de Física em contextos escolares e a História da Ciência. Podemos inferir alguns apontamentos no que tange às intencionalidades desses trabalhos nos trechos observados a seguir:

A estrutura apresentada para a proposta permite sua utilização de modo diverso, de acordo com os caminhos percorridos pelo professor em sala de aula. Acreditamos que, dessa maneira, é viável, por um lado, estudar dois fenômenos básicos da óptica de forma mais engajadora e, por outro, oferecer aporte histórico adequado para compreender questões da natureza do conhecimento científico, desde aspectos teóricos até práticos. (Ortega; Moura, 2020, p. e20190114-15)

Nossa intenção é mostrar como experimentos históricos podem colaborar para transformar a atividade experimental em sala de aula num ambiente rico para a argumentação e problematização. (Souza et al, 2014, p.3309-1)

No trabalho abaixo, a perspectiva dos alunos quanto ao conteúdo apresentado foi anotada, mostrando-nos pontos positivos:

O material tornou as aulas bem mais dinâmicas e interessantes, aumentando a participação dos alunos. A análise do material empírico revelou que o ponto alto da multimídia foi a contextualização histórica. A História da Ciência, e a própria História Contemporânea, da forma que foram apresentadas, provocaram a curiosidade e a atenção dos alunos, modificando suas atitudes durante as aulas. (Rodrigues et al, 2012, p. 521)

O artigo T28 coloca um papel de destaque para a atuação do aluno no seu processo de aprendizagem, pois a constituição de dados foi realizada a partir de pesquisas realizadas por eles, envolvendo professores das áreas de Física, História e Redação, salientando ainda a não linearidade no processo de desenvolvimento científico (Hülsendeger, 2007).

Apenas 1 trabalho se refere ao estudo de livro: o T7. No qual é realizada a análise de um livro, recordando fatos históricos acerca do autor da referida obra e evidencia quais as potencialidades na formação. Indicando as possibilidades de uso em contextos escolares, o autor também apresenta um comparativo entre as características do livro e as exigências dentro do Programa Nacional do Livro Didático (Bezerra, 2017), o que consideramos bastante relevante, pois é necessário atender as demandas das diretrizes e programas para a educação básica, apesar de todas as importantes críticas feitas a elas (vide seção 2.2 desta dissertação).

Por fim, temos apenas um trabalho (T10), que relata um espaço não formal de aprendizagem atrelado à História da Ciência e ao Ensino de Física. Nele, discute-se a possibilidade de trazer abordagens educativas para o Museu Interativo de Física de Belém, iniciativa da Universidade Federal do Pará como projeto de extensão. Destaca-se o processo de divulgação da História da Ciência em ambiente não formal, com ênfase para o Museu Interativo de Física como instrumento para a divulgação de ciência (Caldas et al, 2016; Oliveira; de Carvalho Neto, 2022).

Concluimos, então, que os resultados encontrados a partir dessa pesquisa inicial nos ajuda a delinear mais o campo de estudo da presente dissertação e, principalmente, articula com as decisões e encaminhamentos da presente dissertação.

3.2 NATUREZA DA CIÊNCIA E DO EMPREENDIMENTO CIENTÍFICO

Nesta dissertação, tem-se como um dos pontos centrais de discussão a História da Ciência para o Ensino de Física. Para um entendimento mais completo

sobre a História da Ciência é adequado, ou até mesmo fundamental, que se discuta sobre a Natureza da Ciência (Forato, 2011). Portanto, consideramos importante uma discussão sobre as possíveis interpretações acerca da Natureza da Ciência e do próprio conceito do que é o empreendimento científico e seu desdobramento no contexto escolar.

A compreensão que os professores têm sobre a Ciência e, em decorrência disso, o modo como abordam a História da Ciência estão relacionados ao entendimento acerca da Natureza da Ciência (Gil Pérez et al, 2001; Forato, 2011). Ainda, como apontam as pesquisas dos autores Gil Pérez et al (2001) e Forato (2011), essa compreensão sobre a Natureza da Ciência pode mostrar-se de maneira distorcida.

Destaca-se que, no intuito de buscar maior entendimento sobre a Natureza da Ciência, sobre a construção sócio-histórica dos saberes e sobre a ciência enquanto resultado de um esforço humano, abordagens que utilizam a História da Ciência podem promover melhor entendimento destes aspectos (Matthews, 1992; Peduzzi, 2001 *apud* Forato, 2011).

Forato (2011) segue nos dizendo que, considerando o contexto atual e o papel importante da Ciência perante a nossa sociedade, cabe ponderar que as perspectivas que se têm sobre Ciência acabam por desenrolar-se, intencionalmente ou não, a partir das abordagens, metodologias e até mesmo da seleção de conteúdos adotadas em empreendimentos e contextos educacionais.

Desta forma, considera-se necessário olhar com cuidado quando levamos a História da Ciência e aspectos sobre a Natureza da Ciência para o contexto educacional. Alguns autores, como Forato (2011) e Gil Pérez et al. (2001), apontam quais são os momentos de atenção nesse empreendimento, dando maior clareza acerca da Natureza da Ciências e os aspectos importantes para que não haja uma visão equivocada acerca dela.

Ao aprofundar esses temas, principalmente quando pensamos na História da Ciência, sempre surgem discussões acerca de aspectos relacionados à historiografia. Entendendo que este não é um conceito óbvio, cabe aqui elucidá-los. Para tanto, nos apoiaremos no que diz Martins (2005):

Pode-se chamar de “historiografia” a produção dos historiadores, para diferenciá-la da “história” – entendida como um conjunto de situações e acontecimentos pertencentes a uma época e a uma região – que é o objeto de estudo dos historiadores. Temos, assim, dois níveis distintos (Martins, 2005, p. 115).

Buscando entender o processo de elaboração da História da Ciência, cabe ainda pensar mais a fundo nesse empreendimento. Ao pensarmos na História por si, não há uma relação de dependência com os historiadores. Em contrapartida, a produção dos historiadores é o que chamamos de historiografia. Mas quando pensamos especificamente na História da Ciência, há de se ter maior atenção, pois o objeto de estudo dos Cientistas de forma mais geral é a Natureza, a qual não depende da existência destes. Mesmo quando pensamos na Ciência Natural em si, ainda assim trata-se de uma interpretação da Natureza a partir de um esforço humano em compreendê-la (Martins, 2005).

Martins (2005) indica que um historiador da ciência tem como ponto de atenção e de estudo os seres humanos que se relacionam com o processo de construção do saber científico sobre os fenômenos naturais, mas não é objeto do historiador os fenômenos em si. Defende que, desta forma, a História da Física, mais especificamente, é da área de ciências humanas e não das ciências exatas.

Dentro da temática discutida nesta seção, Forato (2011) nos mostra os resultados de suas pesquisas e quais as dificuldades a serem enfrentadas quando buscamos uma abordagem escolar que abarque a Natureza da Ciência e seja coerente dentro de uma perspectiva didática para o Ensino de Ciências, bem como para uma abordagem da História da Ciência.

Inicialmente gostaríamos de destacar, a partir de Forato (2011), que dentro da literatura desta temática há pontos de convergência acerca do que se admite como importante para formação de docentes e estudantes para o entendimento sobre a Ciência e como ela é construída.

Destacamos esses aspectos, a partir de Forato (2011): i) a ciência entendida como uma iniciativa humana, e que desta forma relaciona-se com o seu contexto histórico e cultural, sendo assim, é influenciada por aspectos fora do âmbito científico, como política, economia e interesses vigentes; ii) a ciência e o conhecimento científico desenvolvido ao longo do tempo é passível de ser questionado; iii) o saber não é elaborado e desenvolvido a partir de um método-científico imutável, logo cabe também o entendimento de que este saber pode ser questionado, sem que haja um dogmatismo acerca do conhecimento científico; iv) e, por fim, entender que, embora não haja um único método, existem aspectos metodológicos, os quais são importantes conhecer no intuito de evitar pensamentos empírico-indutivistas (Forato, 2011).

À vista disso, ensejando uma proposta e abordagem adequada que não transmita uma visão deturpada sobre a Natureza da Ciência a partir da História da Ciência, Forato (2011) dedica-se a elucidar os desafios encontrados nessa intenção, elencados em sete tópicos. Entretanto, a autora salienta que, tratando-se da complexidade dos fenômenos educacionais, não podemos considerar tais desafios por si só, mas estes se relacionam, por exemplo, com os estudantes, professores e metodologias.

Primeiramente, apoiados nas discussões de Forato (2011), é importante observar a o que a autora intitula *seleção do conteúdo histórico*, em que faz-se necessário escolher o que será abordado sobre a História da Ciência, buscando conteúdos que vão ao encontro do que se espera do ponto de vista epistemológico e educacional. Como elucidado no trecho:

É muito importante analisar a possibilidade de determinado conteúdo histórico se adequar aos condicionantes do sistema de ensino, ao mesmo tempo em que satisfaz os propósitos pedagógicos e epistemológicos. Uma escolha pode se revelar estéril no sentido de possuir poucos requisitos que levem os estudantes a refletirem sobre os aspectos da NDC objetivados, ainda que pareça muito adequado ao nível de escolaridade focado (Forato, 2011, p. 44).

Dentro desta problemática, é relevante avaliar se o conteúdo selecionado tem capacidade de levar os estudantes a refletir sobre a Natureza da Ciência e que não seja de difícil compreensão. Esse conteúdo deve ainda estar adequado aos objetivos epistemológicos, bem como ao ambiente, da mesma forma que deve atender e favorecer o trabalho do docente para que possa desenvolver a temática de forma precisa (Forato, 2011).

Outra questão a ser considerada, é o que Forato (2011) nomeia de *tempo didático*, pois há um limite temporal disponível para que os conteúdos e conhecimentos sejam trabalhados em sala de aula. Visando o estudo histórico de determinado saber, faz-se necessário levar em conta os desafios que podem advir, tanto em relação ao tempo para desenvolver um trabalho coerente didática e pedagogicamente falando, quanto em relação a coerência historiográfica, lembrando também de aspectos metodológicos e conceituais envolvidos na temática.

Pensando ainda no *tempo didático*, é importante dizer que esta restrição temporal acarreta em uma restrição dos conteúdos históricos que podem ser abordados, inclusive limitando tal aspecto. Nessa tentativa de simplificar tal conteúdo, para atender ao tempo didático, pode-se esvair excessivamente os aspectos

históricos, ao ponto de provocar uma visão distorcida da História da Ciência (Forato, 2011).

Ainda é importante salientar que com o objetivo de não incorrer em demasiada visão simplista da História da Ciência, em decorrência do tempo didático, podemos evitar algumas distorções como, entender a ciência em um processo linear, anacrônico e enciclopédico. Ressaltando então a importância de outros aspectos interligados ao conhecimento historicamente construído, que podem ser tanto internos quanto contextuais em relação à Ciência (Forato, 2011).

Há de se pensar também, a partir da compreensão de Forato (2011), no que a autora chama de *simplificação e omissão*, pois na tentativa de levar a História da Ciência e reflexão sobre a Natureza da Ciência para o contexto educacional, deve-se atentar tanto ao que queremos elucidar, por considerar relevante do ponto de vista histórico, mas também refletir sobre o que se pode omitir. Tal julgamento não é uma tarefa fácil e ainda pode incorrer em prejuízos na compreensão da História da Ciência.

Sendo assim, explicita-se mais um ponto de alerta e atenção, pois as omissões trazem consequências para o entendimento e visão que se terá sobre a Natureza da Ciência. Além do mais, Forato (2011) nos diz que, não podemos admitir que tanto a seleção do episódio quanto o julgamento do que se omitir ou simplificar são fatores desconexos com os personagens envolvidos em tal seleção e seus valores.

É preciso pensar também que, buscando uma narrativa que supera a concepção empírico-indutivista acerca da ciência e que possa, ao contrário, fomentar maior problematização, faz-se necessário cuidado para que não haja um *relativismo* acerca da Natureza da Ciência (Forato, 2011). A autora nos fornece um exemplo bastante elucidativo: “...É importante haver cuidado para não incorrer ou fomentar o *relativismo*, levando o aluno a entender, por exemplo, que as diferentes teorias existentes para explicar um mesmo fenômeno sejam apenas opiniões pessoais. (Forato, 2011, p. 47)”.

Na direção de buscar minimizar os desafios em relação à abordagem da História e Filosofia da Ciência na escola, uma possível estratégia seria que os trabalhos publicados por historiadores fossem pensados visando também o ensino, já que, no geral, eles são elaborados visando maior rigor acadêmico e, desta forma, afastam-se de um conteúdo apropriado e adaptado ao ambiente escolar, embora disponham de pontos relevantes quanto ao aprofundamento histórico (Martins, 2005 *apud* Forato, 2011).

Forato (2011) segue discutindo tal desafio, o qual chama de *inadequação dos trabalhos especializados*, quando almejamos levá-los para a educação, devido ao que discutimos anteriormente. Porém, a autora também nos diz que existem trabalhos mais adequados e que visam a educação, mesmo que poucos, os quais são produzidos por historiadores da ciência. Entretanto, há o exame de que, nem sempre, esses trabalhos são de fácil acesso e podem não apresentar encaminhamentos metodológicos e didáticos, o que acarreta maior esforço por parte do docente para que consiga trabalhar tal conteúdo em sala de aula (Forato, 2011).

Mais um desafio apresentado na busca por esclarecer os conhecimentos científicos visando a compreensão da Natureza da Ciência, é o de não apresentá-los de maneira linear e apresentando a história de forma ingênua. Forato (2011), nomeia essa problemática como *Supostos benefícios das reconstruções históricas lineares*, e aponta que essa abordagem linear pode trazer prejuízos quanto à compreensão da natureza da Ciência.

Por fim, e não menos importante, é ressaltada a formação de professores, mais especificamente, como denomina Forato (2011), a *falta de formação específica do professor* para trabalhar a História e Filosofia da Ciência (HFC) na escola. Entende-se que o objetivo aqui não é que a formação docente esteja totalmente voltada para que ele se torne um historiador ou epistemólogo. Entretanto, deve-se valer de formação, seja ela inicial ou continuada, que verse sobre a temática e prepare-o para desenvolver um trabalho adequado quanto à HFC (Forato, 2011).

Tentando entender melhor e aprofundar as discussões sobre o trabalho científico ao longo do tempo, mais especificamente entender quais interpretações equivocadas deste e da Natureza da Ciência, tomamos como referência a discussão realizada por Gil Pérez et al. (2001). Nesse trabalho, os autores realizam o estudo a partir de alguns grupos de professores que poderiam estar em exercício ou em processo de formação, e também a partir das produções acerca da educação científica/didática das ciências e o que elas trazem em comum acerca das possíveis distorções sobre o trabalho científico (Gil Pérez et al., 2001).

Como resultado, foram estabelecidos sete pontos de consenso. Inclusive Gil Pérez et al. (2001) apontam que houve convergência quanto aos apontamentos dos professores e dos artigos estudados, o que consideram que reforça a importância do estudo a partir dos grupos de professores, considerando que foi dado adequado suporte para estes.

De início, Gil Pérez et al. (2001) elucidam a *concepção empírico-indutivista e ateorica*, muito pautada na experimentação e observação, considerando-as imparciais, ou seja, que fatores alheios a elas não intervêm ou são passíveis de diferentes interpretações. Um dado importante é que, embora este tópico esteja muito apontado na literatura, o mesmo foi pouco discutido entre os professores, o que sugere que tal concepção ainda apresenta-se vigente entre os docentes.

Também é enunciado, por Gil Pérez et al. (2001), o equívoco em considerar o método científico a partir de uma *visão rígida (algorítmica, exata, infalível,...)*, ou seja, entendendo que se trata de um método que deve ser rigorosamente seguido a partir de etapas que apresentam-se definidas previamente, ao mesmo passo que desconsidera o papel das incertezas, da criatividade e das tentativas na busca por respostas coerentes.

Ademais, diz sobre a *visão aproblemática e a-histórica (fechada e dogmática)* que nesta perspectiva não há uma preocupação em elucidar quais questionamentos e problemas suscitaram para que um determinado conhecimento fosse considerado como objeto de estudo e interesse, da mesma forma que, neste sentido, não demonstra suas possíveis transformações, da mesma forma que não se questiona o conhecimento vigente, não considerando-o passível de novas projeções (Gil Pérez et al., 2001).

Ainda segundo os autores, a *Visão exclusivamente analítica* do trabalho científico, foi mais largamente apontada pelos docentes do que pela literatura. Nesta visão, Gil Pérez et al (2001) crítica que o conhecimento científico seja tratado como saberes divididos em blocos, nos quais um não interage com o outro. Explicita-se, ainda, que isso contraria as tentativas de unificação entre os saberes científicos.

Seguindo com a pesquisa de Gil Pérez et al. (2001), destaca-se a *visão acumulativa de crescimento linear*, embora esta não seja a visão mais apontada pelos professores, da mesma forma que apresentou número de artigos menos expressivos que tratavam dessa questão. Porém, considera-se importante cuidar para que não haja esse tipo de distorção, a qual leva a crer que os conhecimentos científicos aparecem de forma linear acumulando-se ao longo do tempo, ao mesmo tempo que desconsidera os impasses e teorias que se opunham entre si e os aspectos controversos delas (Gil Pérez et al., 2001).

Outro ponto passível de questionamento quando pensamos nas interpretações que podem ser dadas ao trabalho científico, é de que este se apresenta a partir do

pensamento de um único indivíduo, desconsiderando a troca de conhecimentos entre outros grupos que se debruçam sobre os mesmos objetos de estudo. Chamada de *visão individualista e elitista*, a qual dá a entender que o progresso científico surge a partir de uma mente genial e isolada. O que pode gerar nos estudantes a interpretação de que se trata de um empreendimento distante da sua realidade, já que é realizado por poucas pessoas e, ainda mais, quando não são proclamadas as falhas e questionamentos que surgem ao longo desse processo (Gil Pérez et al., 2001).

Por último, Gil Pérez et al. (2001) destacam a *visão socialmente neutra da ciência*. Mais uma vez nos fornecendo a imagem de que o trabalho científico não está associado ao contexto em que se insere, descontextualizado das relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Alonso, Gil e Martínez Torregrosa, 1992 *apud* Gil Pérez et al., 2001).

Após as discussões dessas visões distorcidas acerca do trabalho científico, Gil Pérez et al. (2001) evidenciam que elas não aparecem de forma puramente isoladas entre si, mas que há relação entre uma e outra visão que acarretam na visão de ciência de modo equivocado como um todo.

Gostaríamos de destacar também como Gil Pérez et al. (2001) entende a problemática do ponto de vista do trabalho docente, a partir da citação:

As concepções dos docentes sobre a ciência seriam, pois, expressões dessa visão comum que os professores de ciências aceitariam implicitamente devido à falta de reflexão crítica e a uma educação científica que se limita, com frequência, a uma simples transmissão de conhecimentos já elaborados – retórica de conclusões. Isso não só secundariza as características essenciais do trabalho científico, mas também contribui para reforçar algumas visões deformadas, como o suposto carácter “exato” (logo dogmático) da ciência, ou a visão apromática etc. Desse modo, a imagem da ciência que os professores (e muitos cientistas) possuem diferencia-se pouco, ou melhor, não suficientemente, das que podem ser expressas por qualquer cidadão, e afasta-se das concepções atuais sobre a natureza da ciência. Mas, quais são essas concepções atuais da natureza da ciência e do trabalho científico?(Gil Pérez et al., 2001, p. 135).

Sequencialmente ao anúncio de tal evidência, quanto à concepção dos professores acerca do trabalho científico, os autores declaram qual caminho deve ser seguido na direção oposta à perpetuação de visões deformadas (Gil Pérez et al., 2001). São elas:

- Recusa da ideia de “Método Científico”, no sentido de que não se trata de um método imutável ao qual deve-se seguir sempre um conjunto de passos de modo incontestável;

- Recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultado de inferência indutiva a partir de “dados puros”. Há inferências feitas a partir dos dados que são resultado de um consenso científico, que é guiado teoricamente. Ao passo que as investigações se orientam a partir de algum problema que não aparece espontaneamente;
- Descartar o papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente e, ainda, as hipóteses que ensejam a solução de determinado problema, não sendo a investigação orientada somente pelo viés experimental;
- Procura de Coerência Global. Dado que o trabalho científico apoia-se em hipóteses, é necessário manter o rigor e buscar meios de convergência ao analisar os resultados, mesmo que por caminhos diferentes, garantindo que os resultados sejam os mesmos. E elas são passíveis de questionamento e falseabilidade na busca pela garantia de que sejam globalmente coerentes.
- Compreender o caráter social do desenvolvimento científico. Não podemos considerar que a ciência e os indivíduos envolvidos nesse processo estão desconectados do contexto social ao qual se inserem, desta forma as circunstâncias históricas, sociais, culturais e políticas são fatores importantes de se considerar.

Para terminar, Gil Pérez et al. (2001), traz um resumo de como devemos entender o trabalho científico a partir do que discutimos até aqui:

Em síntese, pode dizer-se que a essência da orientação científica - deixando de lado toda a idéia de “o método” - se encontra na mudança de um pensamento, atitude e ação, baseados nas “evidências” do senso comum, para um raciocínio em termos de hipótese, por sua vez mais criativo (é necessário ir mais além do que parece evidente e imaginar novas possibilidades) e mais rigoroso (é necessário fundamentar e depois submeter as hipóteses à prova cuidadosamente, isto é, confrontar com o mundo, duvidar dos resultados e procurar a coerência global) (Gil Pérez et al., 2001, p.138).

Conclui-se, então, que na busca por levar aos professores e estudantes uma compreensão adequada acerca do conhecimento científico ou da Natureza da Ciência, existem adversidades e visões consensuadas a serem superadas. Entretanto, aponta-se que o estudo da História e Filosofia da Ciência é um fator importante na tentativa de superar os desafios encontrados ao longo do caminho (Forato, 2011). Desta forma, consideramos que as discussões tecidas nesta seção podem contribuir para a análise de propostas que visam um entendimento coerente

acerca do trabalho científico, bem como dos aspectos relacionados à Natureza da Ciência.

3.3 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Buscamos aqui entender e delinear o que é o Ensino por Investigação e, como produto, compreender como é organizada e planejada uma Sequência de Ensino Investigativo.

A princípio, refletindo sobre o que geralmente vemos na escola, Sasseron (2018) discute o cenário ao qual nos deparamos ao visitarmos as salas de aula no Brasil e, de maneira geral, elucida que encontraremos, mesmo em diferentes disciplinas, o mesmo padrão, no qual o professor expõe o conteúdo, mostra exemplos, esclarece as dúvidas e, por fim, propõe atividades para que os alunos fixem tal conteúdo, os quais seguem tais instruções, desconsiderando aqui o fator da indisciplina que também interfere na dinâmica em sala de aula.

Além de um mesmo padrão do espaço organizacional da sala de aula e escola, o mesmo alinhamento de carteiras, disposição dos móveis, ressalvando, é claro, que há exceções ao que foi citado, mas podemos entender que este é um modelo recorrente. Tomando tal panorama, é importante buscar caminhos para propiciar uma participação efetiva dos estudantes em seu processo de aprendizagem (Sasseron, 2018).

É importante destacar que o Ensino por Investigação trata-se de uma abordagem didática, pois não há nesta proposta uma metodologia pré estabelecida. Por outro lado, há uma característica e uma intenção marcante para o Ensino por Investigação: o fato de que as ações e práticas propostas pelo docente devem levar os estudantes à construção do conhecimento por meio de atividades que propiciem a investigação de algum problema e que os estudantes tenham maior autonomia intelectual. Todavia há dentro de tal abordagem alguns procedimentos e critérios que devem ser considerados e serão elucidados adiante (Solino; Ferraz; Sasseron, 2015, Carvalho, 2018).

Para deixar mais claro o que é essa abordagem didática, temos a definição de Carvalho (2018):

Definimos como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos:

- pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento;

- falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;
- lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido;
- escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas

Em consequência disso, quando avaliamos o ensino que propomos, não buscamos verificar somente se os alunos aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo (Carvalho, 2018, p.766).

No trecho supracitado podemos identificar que a autora destaca habilidades importantes que os alunos devem desenvolver a partir do Ensino por Investigação. Fica claro que não basta apenas que eles memorizem determinado conteúdo, mas que saibam discorrer sobre o que foi estudado, por meio de suas falas, pensamentos ou por meio da escrita, demonstrando autonomia e compreensão do que foi desenvolvido por intermédio do Ensino por Investigação.

Também é possível ter maior compreensão do Ensino por Investigação ao estudarmos Sasseron (2018), como podemos observar na citação, na qual a autora elenca elementos substanciais de tal abordagem:

Deste modo, consideramos cinco principais elementos que se fundem para a ideia de ensino por investigação que utilizamos: o papel intelectual e ativo dos estudantes; a aprendizagem para além dos conteúdos conceituais; o ensino por meio da apresentação de novas culturas aos estudantes; a construção de relações entre práticas cotidianas e práticas para o ensino; a aprendizagem para a mudança social (Sasseron, 2018, p. 1068).

Fica exposto o que a autora considera primordial que seja desenvolvido nos estudantes a partir do Ensino por Investigação. Tais ideias vão ao encontro do que discutimos a partir de Carvalho (2018), ou seja, reforça as características e as habilidades esperadas para o estudante: que ele seja agente ativo no processo de aprendizagem, a relevância do entendimento para além dos conceitos, a introdução de novas culturas, a relação com o cotidiano e que tal ensino deve ser capaz de levá-los a mudança social.

Observando os apontamentos das autoras acima citadas, é possível ter maior clareza de como deve ser estruturada e planejada tal abordagem, pois ela parte de alguns pressupostos para a concepção de um Ensino por Investigação e, mais adiante, entender as características e elementos importantes de uma Sequência de Ensino Investigativo.

Ao buscarmos o Ensino por Investigação devemos refletir sobre o conteúdo, sendo importante entender que ele não deve ser levado para a sala de aula de modo pronto e que, desta forma, não cabe aos alunos apenas entendê-lo a partir do que é exposto. Ao contrário, é esperado que o professor planeje as atividades a fim de dar

condições para que os estudantes reflitam, debatam, manipulem, levantem hipóteses, como mencionamos anteriormente e, assim, tenham ferramentas para elaboração de explicações e conceitos. Além do mais, não basta somente que os estudantes saibam os conceitos científicos, é esperado que eles sejam capazes de argumentar, explicar, falar, ler e escrever sobre estes (Carvalho, 2018; Solino; Ferraz; Sasseron, 2015).

Da mesma forma, um aspecto bastante explorado no Ensino por Investigação é a necessidade de confiar liberdade intelectual aos alunos, para que eles possam expressar seus pensamentos e não se sintam receosos ou censurados diante de suas falas. Sendo assim, é incumbência do professor propiciar um espaço para tal liberdade. O Ensino por Investigação parte de um problema inicial apresentando aos estudantes para que estes possam resolvê-lo, de modo que é esperado que eles se sintam à vontade para argumentar, testar hipóteses, manipular e discutir acerca do problema, para então construir explicações (Carvalho, 2018; Solino; Ferraz; Sasseron, 2015).

Vale ressaltar que diferentemente do que possa parecer, não é esperado que os alunos ajam da mesma forma que cientistas nesse processo investigativo, até porque um cientista busca a compreensão e comprovação de novos conceitos. Embora as atividades tenham como finalidade a investigação para a construção, sistematização e compreensão argumentativa de um dado conteúdo, não é esperado que os estudantes tenham a mesma habilidade de agir como cientistas. Há diferenças entre tais processos investigativos, inclusive os estudantes estarão em contato com conteúdos que já estão estabelecidos do ponto de vista científico, de modo que usarão de artifícios próprios da investigação científica adaptados ao contexto escolar (Carvalho, 2013; Carvalho; Sasseron, 2015).

Podemos melhor entender a diferença entre um problema científico e escolar, a partir da citação:

Na escola, o objetivo central é o contato dos estudantes com um conhecimento que a eles ainda não é conhecido, mas para o qual pode já haver certo consenso na comunidade científica; o problema científico, por outro lado, é algo ainda sem resposta aos cientistas e talvez a mesma ainda não tenha condições de ser alcançada (Solino; Ferraz; Sasseron, 2015, p. 2).

O referido processo de Ensino por Investigação deve ser planejado a partir de pressupostos que delineiam a abordagem que buscamos definir, ou seja, uma Sequência de Ensino Investigativo, que (SEI) admite atividades investigativas variadas e tem por intuito tratar de conhecimentos relacionados às ciências. Dentre

as atividades consideradas investigativas, podemos destacar: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, problemas e questões abertas (Carvalho, 2018). A referida abordagem didática será esclarecida no próximo capítulo desta dissertação, elucidando nossas escolhas metodológicas.

4 DO PLANEJAMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO À PESQUISA QUALITATIVA

A presente dissertação tem por intuito estudar a História da Ciência no Ensino de Física e, a partir disso, propor uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para o conteúdo de óptica, evidenciando sua viabilidade frente às orientações do Currículo Paulista. E desta forma, avaliar as possíveis implicações das mudanças no Currículo de São Paulo para o Ensino de Física. Analisando a sequência proposta a partir de dois contornos: Quanto ao seu desdobramento perante o Currículo Paulista e quanto aos pressupostos relativos à Natureza da Ciência.

Para entendermos a sequência didática aqui apresentada, destacamos os pressupostos teóricos e o Ensino por Investigação na seção 3.3, os quais se desdobram na abordagem didática de uma Sequência de Ensino Investigativo. Para tanto, cabe elucidar como planejar a referida sequência a partir do nosso referencial.

Buscando o planejamento de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) e entendendo os pressupostos teóricos já discutidos acerca do Ensino por Investigação, podemos melhor elucidá-la apoiando-nos no que diz Carvalho (2013):

Nesse contexto teórico é que propomos as sequências de ensino investigativas (SEIs), isto é, sequência de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Carvalho, 2013, p. 9).

Podemos destacar possíveis caminhos a serem seguidos para o planejamento de uma SEI, o que os autores chamam por vezes de ciclos, desta forma podemos dividi-los da seguinte forma: i) apresentação ou proposição de um problema inicial que será investigado, o qual pode ser tanto experimental quanto teórico; ii) sistematização do conhecimento, que pode se dar pela leitura de textos; iii) contextualização social do conhecimento e seu aprofundamento, sendo possível mais de um momento dessa contextualização e/ou aprofundamento; iv) avaliação, que ao contrário do que é habitual, não precisa e nem deve acontecer somente ao final das atividades, mas pode ser realizado ao longo da sequência, por exemplo, a cada ciclo que pode compor uma SEI (Carvalho, 2013).

O ponto de partida de uma SEI é a proposição de um problema para os estudantes, todavia é possível que tal problema seja organizado de modos diferentes,

podendo ser um problema experimental ou um problema não experimental. Seja qual for o tipo de problema, ambos devem promover oportunidades para que os alunos passem da ação manipulativa à intelectual, possam levantar hipóteses e testá-las e, além disso, sejam capazes de argumentar sobre o assunto com colegas e professor (Carvalho, 2013).

Em relação aos problemas experimentais, existem dois tipos: aqueles que são realizados pelos próprios alunos (vale ressaltar que o material para esses problemas deve ser organizado e planejado pelo docente) e aqueles realizados pelo professor, principalmente quando o experimento envolver algum risco aos estudantes. Por exemplo, um experimento que faça uso de fogo deve ser realizado pelo professor e recebe o nome de demonstração investigativa. A seguir, vamos pormenorizar os dois tipos (Carvalho, 2013).

Quanto aos problemas experimentais que são manipulados diretamente pelos estudantes, podemos seguir algumas etapas. Primeiramente, a sala deve ser organizada em pequenos grupos, assim os alunos podem favorecer-se por intermédio da interação, pois entende-se que é mais natural que os alunos façam apontamentos e proponham soluções uns com os outros do que com os professores (Carvalho, 2013).

Logo após, são distribuídos os materiais para o experimento, os quais podem envolver figuras e textos. É feita a proposição do problema a ser solucionado pelos estudantes, sendo importante dizer que o docente deve observar se os alunos entenderam o problema, sem fornecer respostas ou indícios de como deve ser realizada a atividade experimental (Carvalho, 2013).

A partir de então os estudantes passam a buscar a solução para o problema proposto a partir dos materiais que possuem. Aqui o professor não deve ficar preocupado com os conceitos, mas sim às tentativas dos estudantes em buscar padrões, critérios, modos de testar hipóteses e métodos para entender o que foi proposto. É importante também que o material forneça oportunidades diversas de manipulação na busca pela resolução do problema exposto (Carvalho, 2013).

Ademais, é válido entender que o erro dos alunos também é importante no processo, pois a partir deles pode-se buscar outros modos de solucionar um problema. Além disso, nessa parte da sequência a função do professor é apenas confirmar se os alunos entenderam o problema (Carvalho, 2013).

Como já mencionado, existem também casos nos quais o experimento pode ser realizado pelo professor, o qual chamamos de Demonstração Investigativa. Embora o experimento seja realizado pelo docente, ele deve contar com indicações e orientações dos alunos. Sendo assim, o professor pode perguntar como eles entendem que deve ser realizado o experimento, dado o problema que precisam investigar e resolver (Carvalho, 2013).

Ou seja, não se trata de uma realização de experimento ou experiência na qual o professor faz tudo sozinho e os alunos apenas observam, eles devem participar na decisão para as ações do professor. Desta forma, uma Demonstração Investigativa, exceto pelo fato de que a manipulação é realizada pelo professor, deve seguir os mesmos passos do problema experimental realizado pelos estudantes (Carvalho, 2013).

Verificando que os alunos concluíram a etapa Experimental ou Demonstração Investigativa e buscaram a solução para o problema, seguimos para a sistematização do conhecimento primeiramente em grupo. Para tanto, os alunos são organizados de modo que possam compartilhar suas ideias com colegas e professores, o que pode ocorrer formando-se um círculo em sala de aula, por exemplo. A ideia é que os estudantes possam discutir coletivamente os conhecimentos a partir do experimento (Carvalho, 2013).

Nessa etapa o papel do professor é bastante importante, pois ele deve fazer perguntas que levam os alunos a refletir e elaborar respostas a partir do que foi realizado na etapa anterior. Isso faz, inclusive, com que eles relembrem, construam o conhecimento e passem então a sistematizá-lo (Carvalho, 2013). Carvalho (2013) nos explica muito bem a intenção desta etapa:

Por meio de perguntas - especialmente "Como vocês conseguiram resolver o problema?" - o professor busca a participação dos alunos, levando-os a tomar consciência da ação deles. É a etapa da passagem da ação manipulativa à ação intelectual. E como ação intelectual os alunos vão mostrando, por meio do relato do que fizeram, as hipóteses que deram certo e como foram testadas. Essas ações intelectuais levam ao início do desenvolvimento de atitudes científicas como levantamento de dados e a construção de evidências (Carvalho, 2013, p. 12).

Após esse momento em que os alunos discutem sobre o modo que resolveram o problema, o professor também deve fazer perguntas que conduzam os alunos a elaborarem respostas para qual o motivo de ter dado certo. Assim eles devem conceber mais explicações sobre as causas que levaram ao êxito para resolução do

problema. É a partir de então que os estudantes precisam pensar e oralizar conceitos para explicar os fenômenos observados no experimento. (Carvalho, 2013).

Agora os estudantes devem realizar a sistematização do conhecimento de maneira individual e o professor deve orientá-los para que escrevam e desenhem sobre o que entenderam e aprenderam nas primeiras etapas, ou seja, na busca pela solução do problema e no momento de compartilhar seus conhecimentos coletivamente (Carvalho, 2013).

Até então, discutimos possibilidades que partiam de problemas experimentais. Porém, há a possibilidade de iniciar uma SEI a partir de um problema não experimental, o qual também pode ser utilizado em outros momentos da sequência para introdução de novos conhecimentos.

Os problemas não experimentais podem ser realizados apenas com figuras, mas também com reportagens, tabelas, entre outros, dependendo da etapa do ensino em que estamos trabalhando, bem como dos alunos. Para a sistematização do conhecimento e resolução dos problemas, são seguidas as mesmas etapas dos problemas experimentais: os alunos continuam organizados em pequenos grupos e temos a sistematização do conhecimento em grupo e individualmente (Carvalho, 2013).

Para melhor esclarecer do que se trata um problema não experimental, recorreremos aos exemplos:

Um problema do gênero, bastante comum em livros-texto, é o proposto para analisar as tabelas nutricionais que constam dos rótulos dos alimentos industrializados. Nesses casos o importante não são os conceitos, mas a tradução da linguagem gráfica em linguagem oral (Carvalho, 2013, p. 14).

Outro exemplo de problema com o mesmo objetivo, isto é, a introdução dos alunos nas diversas linguagens de Ciência, é aquele que, não sendo experimental, trabalha com dados experimentais trazidos pelo professor e/ou obtidos pelos próprios alunos em outras aulas. São problemas teóricos, de mais difícil resolução, pois, nesses casos, estão intrínsecas as operações intelectuais de cooperação e especialização entre as linguagens (Carvalho, 2013, p. 15).

Após a etapa experimental, deve surgir um texto de sistematização do conhecimento, o qual auxilia os estudantes no entendimento dos conceitos que pretende-se estudar, além de fazer a transposição de uma linguagem mais informal, a qual ocorre durante a resolução do problema, para uma linguagem formal. Também podem surgir gráficos ou tabelas que fazem parte da linguagem científica e outras importantes ferramentas para as ciências, sendo então ainda mais relevante o papel

do professor para que os alunos saibam também falar sobre tais inferências (Carvalho, 2013)

É previsto também no decorrer de uma SEI um momento para a leitura de texto com o intuito de sistematizar o conhecimento, o qual deve relacionar-se com o problema estudado. Podemos trazer algumas inferências de que não é possível ter plena certeza de que todos os estudantes compreenderam de fato o conceito que se deseja ensinar apenas durante as primeiras atividades de uma sequência, ou seja, na resolução do problema, sistematização em grupo e individual (Carvalho, 2013).

Pois, por exemplo, não são todos os alunos que falam durante as proposições de perguntas. Sendo assim, faz-se necessário essa etapa de sistematização a partir da leitura de um texto que esclareça e traga maior formalidade ao conceito que se deseja ensinar aos estudantes. Além disso, devemos ficar atentos para que esta seja uma atividade que integre o assunto abordado durante a proposição do problema inicial (Carvalho, 2013).

Outro ciclo importante de uma SEI é a contextualização social do conhecimento e/ou aprofundamento do conteúdo, em que temos como intuito relacionar o problema estudado com o cotidiano do estudante, podendo incluir um texto para tal abordagem, o qual pode abordar a História da Ciência, conteúdo este que tem aspectos positivos para o entendimento dos estudantes em relação ao conceito que pretendemos ensinar (Carvalho, 2013).

É importante destacar que essa atividade, a partir de um texto, não deve perder seu caráter investigativo quando pensamos em uma SEI. O texto deve vir vinculado a questionamentos que façam com que os alunos consigam fazer relações com o problema experimental proposto inicialmente, por exemplo. Entretanto, é possível propor outras atividades de contextualização e/ou aprofundamento do conhecimento usando outras estratégias além de textos, mas que também podem ser combinadas a esta. É viável a utilização de vídeos, figuras, simulações, entre outros, para esse momento de sistematização (Carvalho, 2013).

Para finalmente concluir nossa explanação sobre as possíveis atividades e estratégias para o planejamento de uma SEI, devemos pensar como avaliar os estudantes.

Nesse sentido, é esperado que o processo avaliativo seja planejado a partir de atitudes e atividades que façam jus a uma Sequência de Ensino Investigativo, ou seja, que também possibilitem a investigação e não sejam pautadas apenas nos modos

tradicionais de avaliação com a inferência apenas de conhecimentos conceituais a partir de um questionário. Entretanto, é importante dizer que é possível também observar o entendimento conceitual dos alunos acerca do que se pretende estudar (Carvalho, 2013).

Todavia, é possível propor atividades diversas para avaliação dos estudantes e esse momento avaliativo não precisa, e não deve, ser realizado apenas ao término da sequência didática. Por outro lado, pode-se planejar meios avaliativos ao longo dos vários ciclos de atividades de uma SEI, inclusive por meio de um olhar mais atento do professor em seus alunos, observando suas atitudes durante a resolução de um problema experimental e sistematização do conhecimento, por exemplo (Carvalho, 2013).

Carvalho (2013) elucida bem como devemos pensar nessa avaliação dos estudantes ao longo de uma SEI:

Assim, temos que compatibilizar os objetivos do ensino, realizados pelas atividades das SEIs, com a avaliação da aprendizagem dos alunos nos mesmos termos: avaliação dos conceitos, termos e noções científicas, avaliação das ações e processos da ciência e avaliações das atitudes exibidas durante as atividades de ensino (Carvalho, 2013, p. 18).

Como exposto, fica evidente que o intuito da avaliação em uma SEI vai além do entendimento de memorização de conceitos, bem como fica claro o papel do professor ao longo do processo, devendo este estar atento aos seus estudantes. Ele deve considerar cada etapa e as atitudes dos estudantes diante das atividades propostas, como parte do processo avaliativo, ou seja, a partir dessa observação é possível avaliá-los (Carvalho, 2013).

Por exemplo, a partir das falas dos estudantes, ou então da ausência delas, por meio da observação da interação entre os grupos e nos métodos empregados para solução de um problema, testando suas hipóteses, do modo como os textos são usados para aprofundar ou embasar um conceito, entre outras observações possíveis, que dão suporte para avaliação do estudante (Carvalho, 2013).

Da mesma forma, o docente deve estar atento e aberto a novas formas de avaliação que sejam mais criativas e provoquem os estudantes, bem como as atividades investigativas propostas. Uma atividade pode ser composta, por exemplo, por intermédio da construção de um painel ou resolução de uma cruzadinha, assim a atividade se tornará mais instigante para os alunos (Carvalho, 2013).

Além disso, é relevante que os alunos tenham um momento de autoavaliação para poderem refletir sobre o que aprenderam. Nesse sentido, o professor tem um papel importante para que os estudantes consigam reconhecer o que conseguiram conquistar e o que ainda pode ser almejado por eles (Carvalho, 2013).

Para caracterizar nossa pesquisa no campo educacional, Tozoni-Reis (2008) define bem a relevância e intencionalidade da pesquisa qualitativa, sendo esta um referencial metodológico para as pesquisas na área educacional:

Essa área investiga *fenômenos educativos* escolar ou fora da escola, nos diversos espaços de nossa sociedade. Esses fenômenos, na abordagem qualitativa, deverão ser compreendidos em sua complexidade histórica, política, social e cultural, para que possamos produzir conhecimentos comprometidos com a educação crítica e transformadora (Tozoni-Reis, 2008, p. 12).

Ainda mencionando a autora supracitada, ela fala da complexidade da área educacional que se ocupa do estudo do saber pedagógico, que é ainda produto de áreas diversas, como a psicologia, filosofia e sociologia, por exemplo. Entretanto, é acerca dessa temática que nos interessa compreender o que a autora intitula de fenômeno educacional. Destaca-se também a dificuldade de consenso do ponto de vista metodológico e teórico, mas destaca-se a importância de que essas escolhas tenham como objetivo o comprometimento para a promoção de uma sociedade mais justa e igualitária (Tozoni-Reis, 2008).

Posto isto e considerando a produção da Sequência de Ensino Investigativo (SEI) da presente dissertação, a qual discorre sobre a História da Ciência para o Ensino de Física, partiremos para a análise focada, principalmente, em dois aspectos:

- 1) Primeiro evidenciando o desdobramento e viabilidade da aplicação da SEI, diante das prescrições do Currículo Paulista e a organização para o Ensino Médio, além de elucidar possíveis dificuldades em vista das orientações curriculares e determinações da Seduc-SP.
- 2) Em um segundo momento, discutiremos a SEI a partir da compreensão do conceito de Natureza da Ciência e como esse se difunde ao longo da sequência elaborada, a fim de minimizar visões distorcidas sobre a mesma e orientar a atuação docente diante desse objetivo.

As discussões e inferências que suscitam desta análise têm por intuito viabilizar a aplicabilidade da SEI em contextos educacionais, bem como auxiliar o trabalho docente no que tange as abordagens aqui apresentadas para o Ensino de Física. São

elas, a apreciação da História da Ciência em uma abordagem de Ensino por Investigação.

A partir do exposto, foi possível delinear os possíveis caminhos e abordagens para a proposição de uma Sequência de Ensino Investigativo. Tomando-a por base, propomos uma Sequência que valoriza a História da Ciência no Ensino de óptica. E para analisarmos as possibilidades de seu desdobramento frente ao Currículo Paulista, miramos também na valorização de aspectos relacionados à Natureza da Ciência em nossas investigações.

5 PROPOSIÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO

Conforme explicitado em nossa introdução (seção 1), temos como objetivo específico produzir uma Sequência de Ensino Investigativo tomando como referência o entendimento de Carvalho (2013) sobre a referida abordagem didática, e que ainda traga um enfoque de destaque para a História da Ciência no Ensino de Física para a etapa do Ensino Médio. Em nossa discussão teórica (seção 3.3) abordamos os pressupostos do Ensino por investigação e como se dá o planejamento de uma Sequência de Ensino Investigativo (seção 4) conforme referencial adotado. Desta forma, temos como resultado da pesquisa a proposição de uma Sequência de Ensino Investigativo, a qual terá como objeto de estudo a óptica, mais especificamente a refração da luz, para o estudo da visão, das lentes e da natureza da luz.

Vamos reiterar aqui os pressupostos e o que buscamos com o Ensino por Investigação e, conseqüentemente, com a proposição de uma Sequência de Ensino Investigativo de acordo com nosso referencial teórico. Carvalho (2018) nos explica o Ensino por Investigação:

Definimos como ensino por investigação o ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos:

- pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento;
- falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos;
- lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido;
- escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.

Em consequência disso, quando avaliamos o ensino que propomos, não buscamos verificar somente se os alunos aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo (Carvalho, 2018, p.766).

Notamos, então, que a autora espera que os estudantes sejam capazes de realizar diversas habilidades, e o compromisso docente é criar um ambiente propício para o desenvolvimento dessas competências. Entre elas estão: pensar, falar, argumentar, construir conhecimento, ler, escrever e entender de maneira crítica o que está sendo estudado. A partir dessas considerações e com o objetivo de criar condições para que os estudantes possam falar, ler, argumentar, escrever, criar hipóteses e entender criticamente o que se estuda, é que apresentamos e estruturamos nossa SEI.

Como elucidado anteriormente, existem ciclos para a proposição de uma SEI, nossa sequência contará com os ciclos:

- Problema Experimental (seção 5.1);

- Sistematização do Conhecimento (seção 5.2) a partir de um texto sobre os conceitos importantes da óptica, mas que também contará com elementos da História da Ciência;
- Atividade de Contextualização Social do Conhecimento e Aprofundamento do Conteúdo (seção 5.3), este sim com maior enfoque na História da Ciência;
- e, por fim, será elucidado o processo de Avaliação (seção 5.4) da referida SEI.

Com o intuito de melhor elucidar a SEI, elaboramos um Quadro Explicativo da SEI (Quadro 2) para organizar os ciclos, dividindo-os em Aulas e suas respectivas horas-aulas. Podemos, desta forma, melhor orientar os docentes que terão acesso a esta dissertação e à Sequência de Ensino Investigativo aqui proposta.

Quadro 2: Quadro de síntese e organização dos ciclos da SEI

Ciclo da SEI	Subdivisão do ciclo	Breve Descrição do desenvolvimento do ciclo	Aula	Materiais	Horas-aulas
5.1 O Problema Experimental	-	Apresentação do problema experimental e da questão a ser resolvida: “Como vocês podem produzir o mesmo padrão de comportamento dos feixes de luz mostrados para um olho saudável (Figuras 1 e 2), no qual os raios de luz se concentram em ponto específico do olho, para os dois desenhos que representam olhos que têm algum problema da visão?”; Resolução do problema experimental pelos estudantes.	1 e 2	- Figura 1; - Figura 2; - Figura 3; - Figura 4; - Lentes; - Prisma; - Espelhos; - Laser.	2
5.2 Sistematização do Conhecimento	5.2.1 Sistematização do conhecimento em grupo e sistematização individual com anotações	Momento de Sistematização do conhecimento a partir de uma discussão coletiva acerca do problema experimental solucionado pelos estudantes; São realizadas as seguintes questões: “Como vocês resolveram o	3 e 4	- Caderno para anotações.	2

		problema?” e “Por que o experimento e a resolução do problema deram certo?”; Sistematização do conhecimento individual com anotações escritas e desenhadas pelos estudantes em seus cadernos.			
	5.2.2 Sistematização do conhecimento a partir de um texto e questionário investigativo	Leitura do texto de sistematização do conhecimento “Visão e Óptica”, relacionando-o com os conhecimentos desenvolvidos e discutidos ao longo da resolução do Problema Experimental.	5 e 6	- Texto “Visão e Óptica” apresentado no Quadro 3.	2
		Discussão coletiva do texto “Visão e Óptica” com colegas e professor	7	- Caderno, caso os estudantes queiram fazer anotações nesse momento.	1
		Resolução do Questionário Investigativo, com manipulação das lentes e do laser, para que os estudantes possam investigar novamente o comportamento das lentes e responder o questionário.	8	- Questionário Investigativo apresentado no Quadro 4; - Caderno para anotações; - lentes; - laser.	1
		Discussão coletiva entre colegas e professor sobre o questionário respondido.	9	- Caderno, caso os estudantes queiram fazer anotações nesse momento.	1
5.3 Contextualização Social do Conhecimento e Aprofundamento do Conteúdo	5.3.1 Aprofundamento do Conteúdo	Leitura do texto de Aprofundamento do Conhecimento “Da visão aos instrumentos ópticos”	10	- Texto apresentado no Quadro 5.	1
		Discussão coletiva do	11	- Caderno,	1

		texto “Da visão aos instrumentos ópticos” com colegas e docente.		caso os estudantes queiram fazer anotações nesse momento.	
	5.3.2 Contextualização Social do Conhecimento	Discussão dos temas estudados ao longo da SEI, com intuito de relacioná-los com o cotidiano dos estudantes e com a sociedade em que vivemos.	12		1
5.4 Processo de Avaliação	-	O processo avaliativo de uma SEI ocorre durante todos os ciclos e decorre de um olhar atento do docente em todos os momentos de estudo coletivo e individual de seus estudantes.	-	-	-

Fonte: Quadro elaborado pela autora.

Nas próximas seções apresentaremos as orientações para o docente, bem como os materiais didáticos, como aparatos experimentais, textos e questionários, necessários para o desenvolvimento da referida SEI.

A SEI foi planejada de forma a ser desenvolvida em um total de doze aulas, totalizando então doze horas-aulas (12h/a), considera-se que cada hora-aula tem um intervalo de tempo total de 45 minutos, em consonância com o tempo de duração das aulas nas escolas estaduais de São Paulo. Sendo assim, toda a sequência contará com carga horária total de 540 minutos, o que equivale a 9 horas.

5.1 O PROBLEMA EXPERIMENTAL

Dado nosso referencial teórico acerca das Sequências de Ensino Investigativas, dentre as possíveis abordagens que podem ser dadas ao problema, o qual será o objeto de estudo dos estudantes, optamos por propor um problema experimental que será manipulado e resolvido por eles.

Este ciclo da SEI tem previsão de duração de duas horas-aulas (2 h/a), com o intuito de que o professor explique como será a realização da atividade, apresentando os materiais que utilizarão. É esperado que os estudantes iniciem e terminem a

resolução do problema dentro deste limite de tempo. Desta forma, seguem as orientações para o desenvolvimento dela.

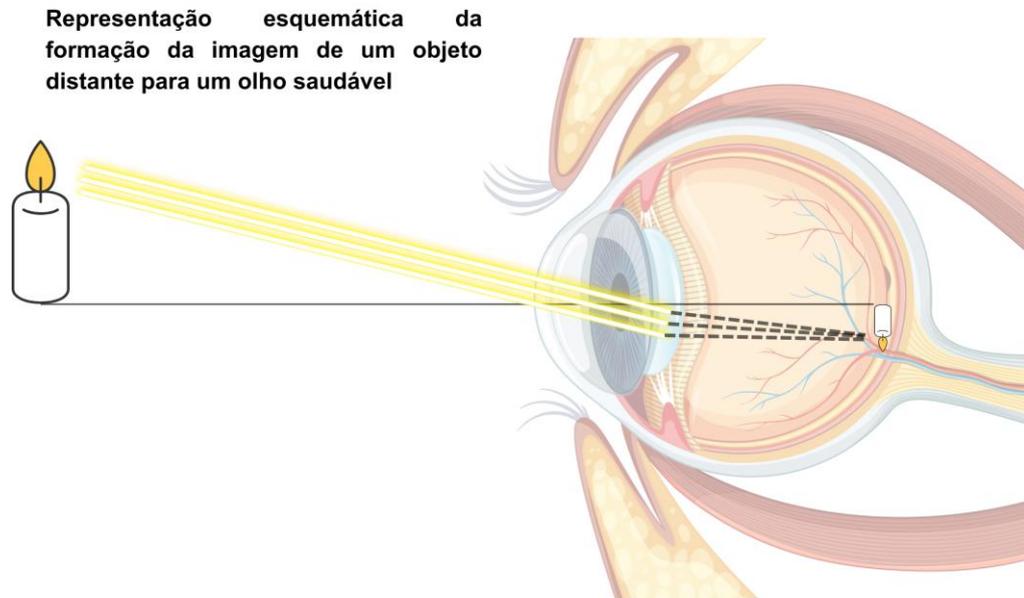
Aulas 1 e 2

Para organização da atividade, divide-se a sala em pequenos grupos, sugerindo grupos com três ou quatro integrantes. Essa estrutura permite que todos tenham oportunidade de manipular os materiais na busca pela solução do problema, além de facilitar a comunicação e troca de ideias entre eles.

Para iniciar é importante que o docente apresente os materiais disponíveis para a solução do problema e na sequência apresente o problema em si, o qual os estudantes deverão resolver a partir do material fornecido. Sendo assim, deve-se primeiramente expor o problema que será apresentado. O objetivo nesse momento é que os estudantes tenham maior compreensão sobre a visão e como a imagem é formada, entendendo posteriormente como é o funcionamento de um olho saudável, bem como a utilidade e comportamento de tipos diferentes de lentes para correção da visão.

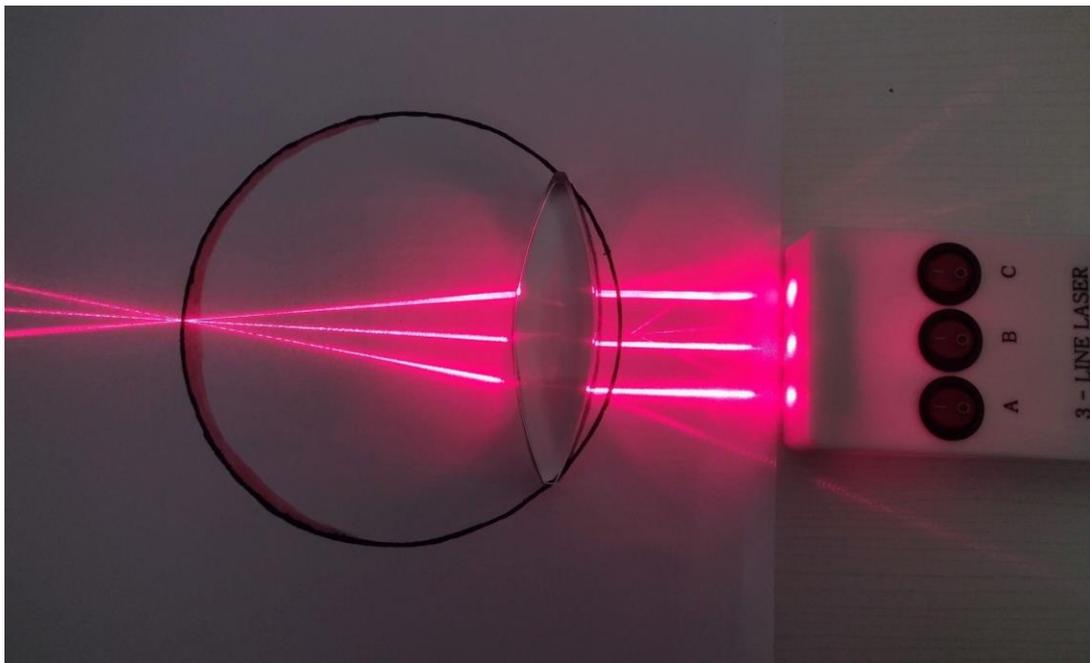
Para tanto, os alunos recebem uma ilustração que representa a formação da imagem para um olho saudável, conforme Figura 1, na qual é possível observar por meio de uma representação geométrica a formação da imagem através do olho humano. Bem como recebem outra foto (Figura 2), que mostra uma representação similar à imagem da Figura 1, porém por intermédio do aparato experimental que eles têm em mãos, sendo que: o laser representa a luz chegando até os olhos, a lente biconvexa representa o cristalino em que é possível, a partir da foto, observar a convergência dos raios do laser em determinado ponto do olho humano – nesse ponto se localiza a retina. É importante destacar que em todas as atividades iremos considerar que o objeto se encontra a uma distância muito grande do olho, para que possamos aproximar a direção dos raios luminosos que partem de um mesmo ponto do objeto como sendo paralelas entre si. Essa aproximação é didaticamente conveniente pois simplifica o tratamento conceitual das lentes e suas relações com a formação das imagens no olho.

Figura 1 - Representação esquemática da formação da imagem de um objeto distante para um olho saudável disponibilizada aos estudantes



Fonte: criado pela autora a partir da plataforma canva.

Figura 2 - Foto da demonstração experimental da formação de imagem em um olho saudável simulado disponibilizada aos estudantes.

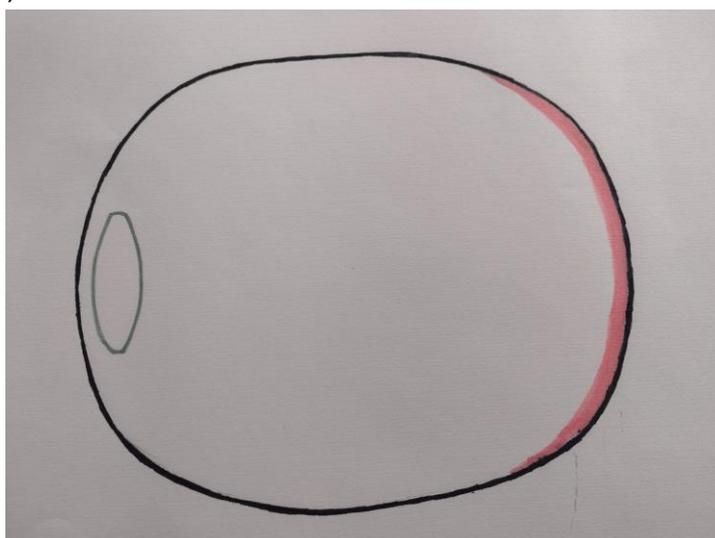


Fonte: criado pela autora.

Entretanto, não devem ser mencionados os nomes dessas partes do olho que são importantes para o processamento da imagem, ou seja, até aqui os alunos não sabem que se trata do cristalino e da retina, pois tais assuntos serão abordados na etapa de sistematização do conhecimento conforme nosso referencial (Carvalho, 2013). Assim, o objetivo nesse momento é apenas resolver o problema dado aos estudantes e que eles mantenham o foco para buscar a convergência dos raios de luz para um ponto conforme indicado nas Figuras 1 e 2, as quais os alunos têm a informação que são representações de um olho com visão saudável.

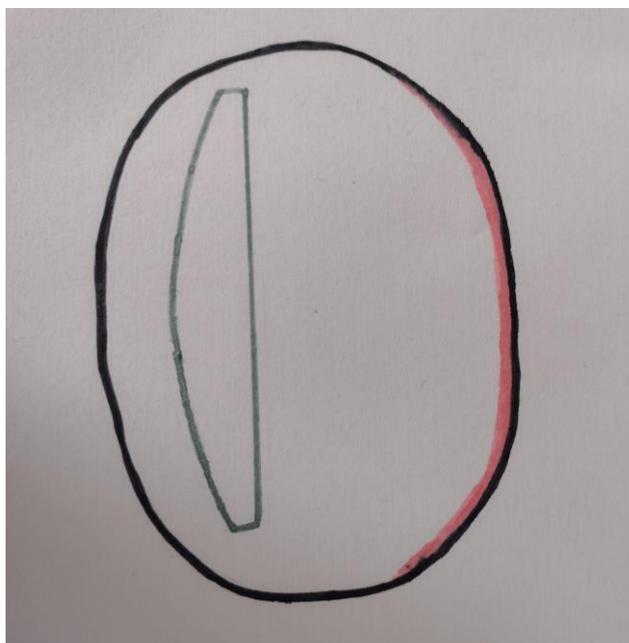
O problema é o seguinte: os alunos recebem, além das imagens supracitadas, dois desenhos que representam um olho com miopia (Figura 3) e outro com hipermetropia (Figura 4), com as devidas características apresentadas para o globo ocular em cada caso, ou seja, um olho míope apresenta um achatamento horizontal e um olho hipermetrope apresenta um achatamento vertical. É importante dizer que neste momento não há uma legenda ou qualquer informação de que as características ilustradas na figura se trata de um olho míope e um olho hipermetrope, é esclarecido apenas que se trata de representações de olhos com diferentes problemas da visão, sendo que tais problemas são abordados na etapa de Sistematização do Conhecimento.

Figura 3 - Foto da representação esquemática de um olho com achatamento horizontal (míope).



Fonte: Criado pela autora.

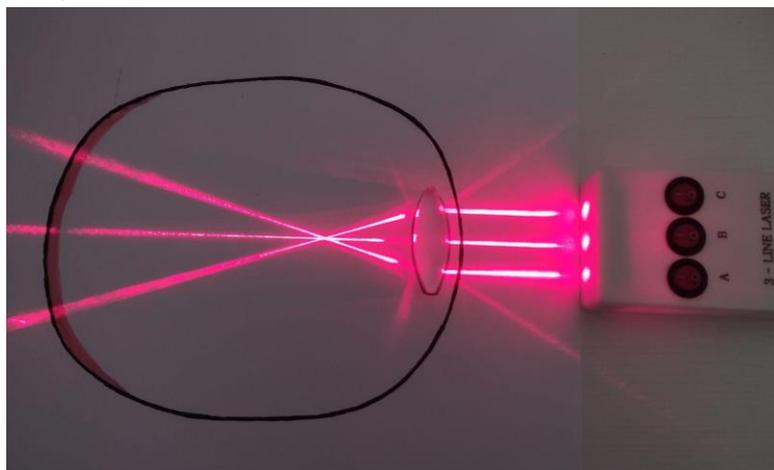
Figura 4 - Foto da representação esquemática de um olho com achatamento vertical (hipermetropia).



Fonte: Criado pela autora.

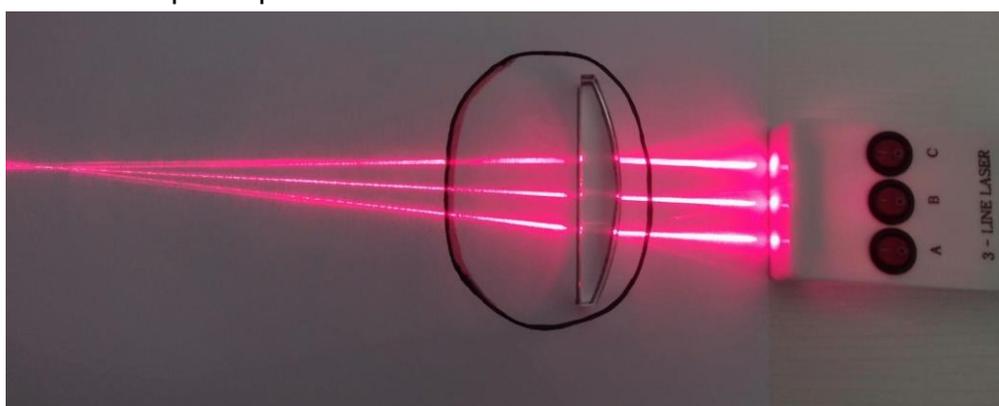
Nas Figuras 3 e 4, os alunos devem posicionar a lente biconvexa ou a lente plano convexa para representar o cristalino, conforme mostram as Figuras 5 e 6, pois está indicado no desenho um contorno de cada lente que deve ser encaixada nessa parte da ilustração. Então os estudantes são orientados a deixar o laser posicionado rente à folha dos desenhos que representam os olhos, de forma que os raios de luz passem pela frente da representação do olho humano, onde estão posicionadas as lentes. É esperado que os estudantes observem que na Figura 2 também está posicionada uma lente na mesma posição que as demais ilustrações para as quais eles devem resolver o problema (Figura 3 e 4). Após o posicionamento da lente e do laser, os estudantes observam algo semelhante com as Figuras 5 e 6.

Figura 5 - Foto da demonstração experimental de um olho míope observada pelos estudantes após o posicionamento correto da lente e com o laser aceso.



Fonte: Criado pela autora.

Figura 6 - Foto da demonstração experimental de um olho hipermetrope observada pelos estudantes após o posicionamento correto da lente e com o laser aceso.



Fonte: Criado pela autora.

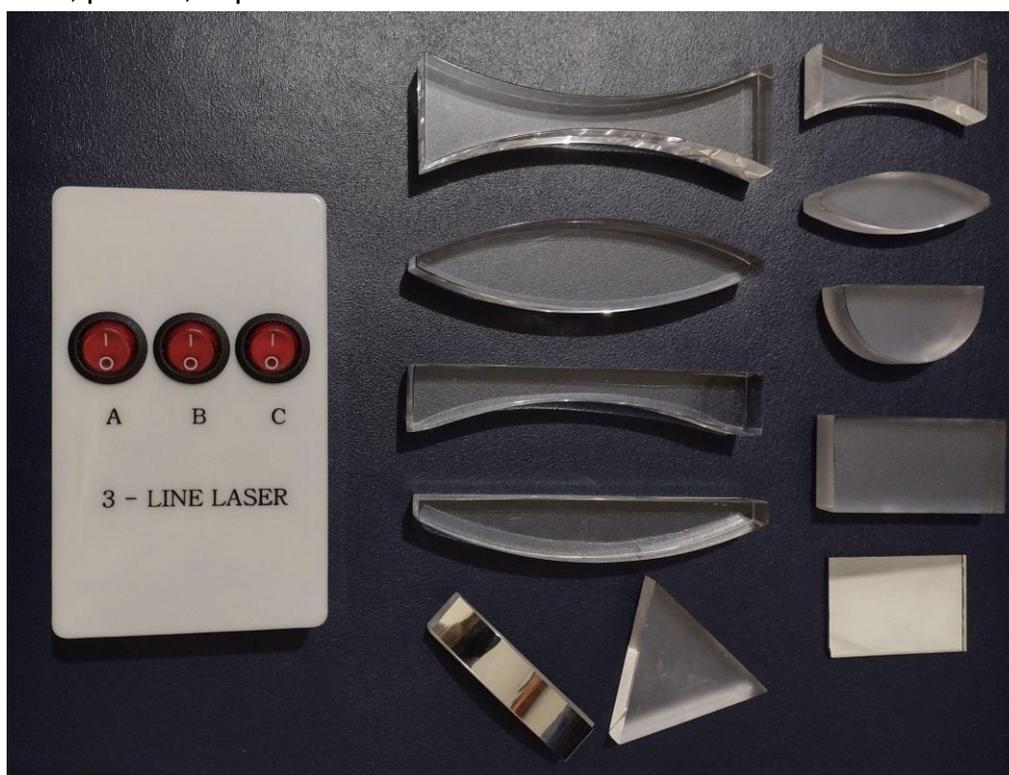
Podemos notar, observando a Figura 5, que o ponto de convergência dos raios do laser acontece antes da retina, o que é típico de uma visão que tem miopia, e que, de forma análoga, na Figura 6 o ponto de convergência dos raios do laser acontece após a retina, o que é típico de uma visão que tem hipermetropia, desta forma o desafio é utilizar a lente correta para fazer tais correções da vista, de modo análogo ao papel dos óculos em nosso cotidiano.

Assim os estudantes são apresentados ao problema que é produzir o mesmo padrão de prolongamento dos raios do laser de forma que o encontro entre os raios aconteça em um ponto específico do olho, comparando então com a Figura 2, que representa um olho saudável, para os dois casos que representam um olho que possui algum problema na visão (Figura 5 e Figura 6), ou seja, fazer com que os raios sejam

convertidos para um ponto no “fundo do olho” que representa a retina. Para tanto, os estudantes têm à disposição outras lentes, um prisma e até mesmo espelhos que deverão ser testados livremente por eles até que identifiquem a lente e a posição adequada para solução do problema.

Para iniciar a atividade é necessário apresentar os materiais disponíveis. São eles: um feixe de laser com três raios; as figuras para consulta na busca para a resolução do problema (Figuras 1 e 2); figuras que representam o olho míope e o hipermetrope, que são descritas apenas com a indicação de que são olhos que apresentam problemas da visão (Figuras 3 e 4); duas lentes biconvexas; duas lentes bicôncavas; uma lente plano-convexa, uma lente plano-côncava, uma lente plana; um prisma, um espelho plano, espelhos esféricos (Figura 7). As lentes são apresentadas sem identificação de seus tipos. Após a apresentação dos materiais os estudantes podem manipulá-los mais livremente.

Figura 7 - Foto dos demais materiais disponíveis para resolução do problema, são eles: lentes, prisma, espelhos e laser.



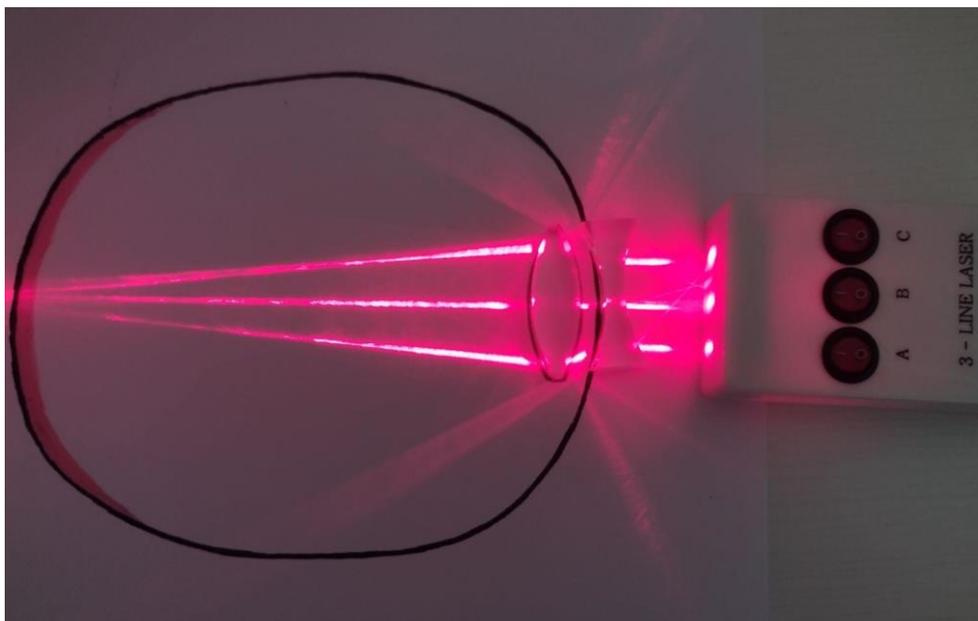
Fonte: Criado pela autora.

Agora podemos apresentar o problema o qual é verbalizado aos alunos de maneira clara e escrito na lousa para que os estudantes possam retomar o problema durante a manipulação do experimento. A pergunta será: “Como vocês podem produzir o mesmo padrão de comportamento dos feixes de luz mostrados para um

olho saudável (Figuras 1 e 2), no qual os raios de luz se concentram em um ponto específico do olho para os dois desenhos que representam olhos que têm algum problema da visão?”. Caso os alunos ainda fiquem com alguma dúvida o professor pode esclarecer melhor qual o objetivo do problema experimental. Deve-se também sugerir que os estudantes façam um desenho de maneira esquemática que representa quais os componentes do aparato experimental que levaram à resolução do problema.

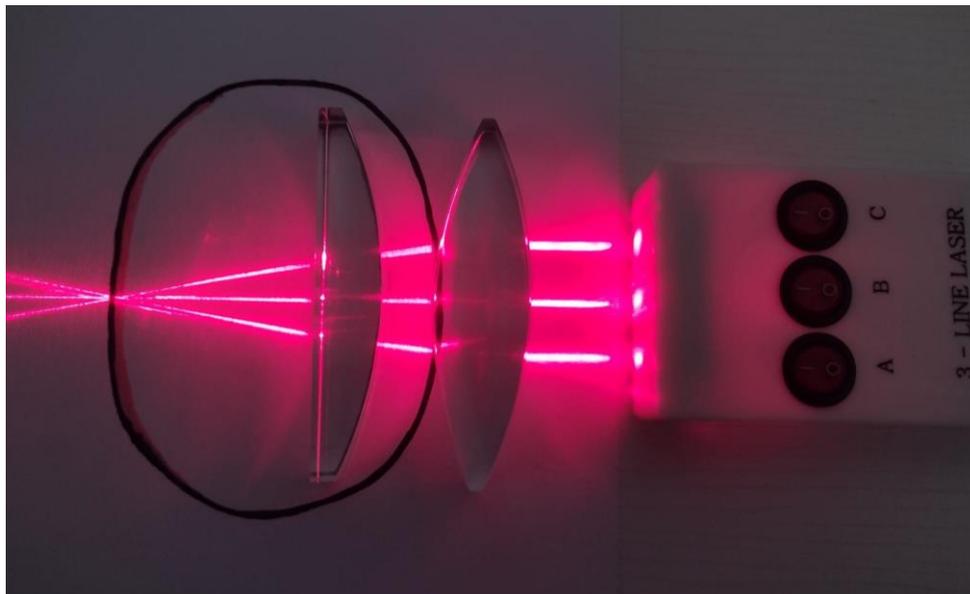
Agora os alunos partem para a manipulação do experimento. É esperado que eles testem todas as lentes disponíveis e os espelhos na busca pela solução do problema. E, por fim, encontrem que para a Figura 3, que representa o olho míope, com achatamento horizontal, é necessário usar uma lente bicôncava, conforme mostramos na Figura 8. Da mesma forma que para a Figura 4, que representa o olho hipermetrope, com achatamento vertical, é necessário usar uma lente biconvexa, conforme ilustramos na Figura 9.

Figura 8 - Foto da resolução do problema apresentado aos estudantes, para o olho míope.



Fonte: Criado pela autora.

Figura 9 - Foto da resolução do problema apresentado aos estudantes, para o olho hipermetrope.



Fonte: Criado pela autora.

Após a resolução do problema pelos grupos, o docente recolhe os materiais fornecidos e organiza os estudantes em uma roda de conversa com o intuito de que possam agora compartilhar suas experiências com toda a sala. Porém, tal conversa é mediada pelo professor para que seja possível discutir sobre a solução que deram ao problema. É importante que o material seja recolhido para que os estudantes não fiquem distraídos manipulando-os ao invés de fazer parte da conversa em grupo. Essa etapa de conversa em grupo é parte da Sistematização do conhecimento e será melhor explicada na próxima seção.

5.2 SISTEMATIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Nesse ciclo da SEI, após guardar os materiais experimentais e concluída a resolução do problema experimental pelos discentes, o docente pode iniciar a sistematização do conhecimento, o qual tem previsão de desenvolvimento de sete horas-aulas (7h/a), ou seja, serão desenvolvidas as aulas 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Esse ciclo será dividido em duas etapas. São elas:

- Sistematização do conhecimento em grupo e sistematização individual com anotações (Seção 5.2.1), com duração de duas horas-aulas (2h/a), ou seja, aulas 3 e 4;
- Sistematização do conhecimento a partir de um texto e questionário

investigativo (Seção 5.2.2), com duração de cinco horas-aulas (5 h/a), ou seja, aulas 5, 6, 7, 8 e 9.

5.2.1 Sistematização do Conhecimento em grupo e individual com anotações

Aula 3 e 4

Primeiramente o docente organiza os estudantes em uma roda de conversa, para que haja a sistematização do conhecimento, acerca do problema experimental, de maneira coletiva, é planejado que esta sistematização ocorra em duas horas-aulas (2h/a).

Pode-se iniciar a discussão perguntando-se o seguinte: “Como vocês resolveram o problema?”. Então, os estudantes descrevem o que fizeram ao longo da resolução do problema, inclusive podem dizer quais caminhos recorreram nas tentativas de resolução, é importante deixá-los confortáveis para que exponham o que pensaram e como solucionaram o problema apresentado.

Além desta pergunta chave, também é planejada a pergunta: “Por que o experimento e a resolução do problema deram certo?”, na intenção de que os alunos expliquem melhor o que é preciso fazer para conseguir chegar ao mesmo padrão de convergência dos raios de luz que é esperado para um olho saudável, para os casos apresentados a eles. Não é esperado que nesse momento os alunos tenham o vocabulário próprio da física, por exemplo, dando os nomes de cada lente, ou que usem palavras como convergência dos raios do laser ou divergência. Pois, ao longo do ciclo de Sistematização do Conhecimento haverá um texto (Quadro 2), elaborado por nós, pelo qual, a partir de sua leitura, os discentes têm acesso a essas informações.

Após a conversa entre os estudantes mediada pelo professor e com a proposição de outras perguntas que caibam na discussão experimental, é fornecido um tempo para que os alunos possam registrar sobre o que viram, experimentaram, argumentaram e elaboraram durante a atividade de resolução do problema, podendo fazer tal registro de maneira escrita e/ou por meio de desenhos e esquemas em seus cadernos, agora de maneira individual.

5.2.2 Sistematização do Conhecimento a partir de um texto e questionário investigativo

Com o intuito de que os alunos possam entender melhor os conceitos e conhecimentos envolvidos no problema, apresentamos um texto, intitulado “Visão e Óptica” (Quadro 3) que abordam esses conhecimentos. Posteriormente são apresentadas perguntas para os estudantes responderem, intitulado “Questionário Investigativo” (Quadro 4), na intenção de que este também seja um momento investigativo, no qual os estudantes podem associar o que é lido ao problema previamente resolvido por eles - em conformidade com os pressupostos de uma Sequência de Ensino Investigativo. Nesse momento, os estudantes têm maior suporte para construir o conhecimento e conceitos sobre o assunto abordado ao longo do problema experimental.

Na referida etapa é estipulado um tempo maior de desenvolvimento, cinco horas-aulas (5 h/a). Trata-se de um texto longo e bastante informativo, que será lido individualmente, mas também deve ser discutido coletivamente.

Quanto às questões (Quadro 3) apresentadas posteriormente à leitura, elas estão relacionadas tanto com o texto quanto com o problema experimental, então é esperado que os estudantes resgatem suas anotações sobre o problema experimental e, até mesmo, o texto a fim de respondê-las.

Além do mais, é previsto um momento de discussão e sistematização coletiva do conhecimento acerca do questionário. As 5 h/a podem ser divididas em 2 h/a de estudo individual do texto (Aulas 5 e 6) e 1 h/a para discussão coletiva do texto (Aula 7). Depois, 1 h/a para responder o questionário de maneira individual (Aula 8) e 1 h/a para discussão coletiva do questionário (Aula 9).

Aula 5 e 6

Nestas aulas os estudantes devem ler o texto (Quadro 3), a princípio de maneira individual, buscando a sistematização do conhecimento, bem como é esperado que relacionem com o experimento previamente resolvido e discutido por eles nas Aulas 1, 2, 3 e 4.

Quadro 3: Texto de Sistematização do conhecimento, para leitura dos estudantes.

Visão e a Óptica
<p>A busca pela compreensão de como nós, seres humanos, conseguimos ver as coisas ao nosso redor é objeto de curiosidade e de estudo desde muito tempo atrás. Desde a antiguidade pensadores buscavam por explicações plausíveis para tal fenômeno. Durante um tempo alguns povos atribuíam e descreviam a luz de modo relacionado às divindades. Por exemplo, os Hebreus atribuíam à Deus e Egípcios às deusas. Entretanto, os Gregos buscaram explicações lógicas que não fossem atribuídas às divindades. Um ponto de destaque para os estudiosos da época é que não reconheciam a ação a distância, ou seja, para estes deveria haver algo que provém dos objetos que vemos e chegam até os olhos, para eles algo deveria existir entre o objeto e nossos olhos, o que é perceptível ao estudarmos suas compreensões sobre a visão (Barros; Carvalho, 1998; Silva, 2009).</p> <p>Desta forma, surgem três modelos diferentes na busca para compreensão de tal problema, segundo Silva (2009):</p> <p style="padding-left: 40px;">Para responder a isso foram criados três modelos distintos: a tese dos raios visuais, segundo a qual os olhos emitiam partículas luminosas; a noção de que os olhos recebiam raios emitidos pelos corpos; e a terceira concepção, formulada pelo filósofo grego Platão (428-348 a.C), de que a visão de um objeto era devida a três jatos (raios) de partículas: um proveniente dos olhos, outro do objeto e o último da fonte iluminadora (Silva, 2009, p.182).</p> <p>Importante ressaltar que esses modelos apresentam uma visão corpuscular da luz, ou seja, de que ela seria formada por partículas. Pitágoras (580 - 500 a.C.) também defendia a ideia de raios visuais, a qual foi admitida por muitos filósofos antigos, e pressupunha que os olhos emitem esses raios retilíneos e, desta forma, era possível observar o mundo, os quais traziam para a mente os dados que precisávamos para interpretá-lo (Barros; Carvalho, 1998). Destacamos também as ideias de Demócrito (460 - 357 a.C.) e Leucipo (480 - 420 a.C), que se mostram análogas. Ambos tinham uma visão atomista, na qual os átomos partiam dos objetos e chegam até nossos olhos onde se dava a imagem (Rocha, 2015; Silva, 2009).</p> <p>Por outro lado, havia a concepção de Aristóteles (384 - 322 a.C.), se opondo ao entendimento corpuscular da luz. Para ele o objeto causaria uma vibração em</p>

determinado meio e este movimento chegava ao que chamou de humores, os quais compunham o olho humano. Podemos considerar que estas são ideias que precedem o pensamento de que a luz se comporta como onda, da mesma forma que o som. Aliás, era de conhecimento de Aristóteles as propriedades ondulatórias do som (Rocha, 2015; Silva, 2009).

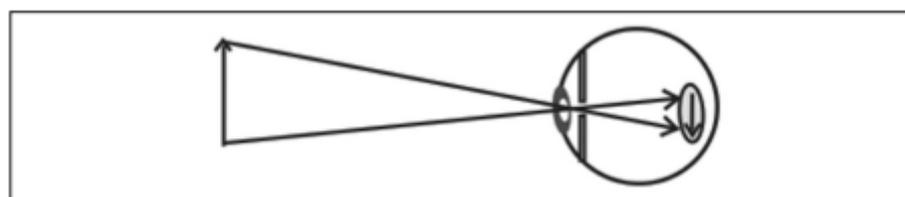
O conflito entre essas concepções corpuscular, defendida por uns, e ondulatória, por outros, predominou durante bastante tempo, até o século XVII, quando surgem outros estudos (Rocha, 2015).

Muitas questões pairavam sobre as ideias apresentadas até aqui e serviam como meio de questionar tais concepções e colocá-las à prova. Podemos citar algumas, em relação aos raios visuais. De acordo com Barros e Carvalho (1998):

Por que os raios visuais não eram capazes de examinar o mundo exterior quando estávamos no escuro? Por que os raios visuais não permitiam que enxergássemos um corpo colocado muito próximo do olho? Como os raios visuais eram capazes de alcançar corpos distantes como o Sol, a Lua e as estrelas? (Barros; Carvalho, 1998).

Diante de tais indagações, é importante destacar os estudos desenvolvidos pelos árabes na idade média, os quais também questionaram as concepções dos raios visuais. Dentre eles destaca-se Alhazen (965 - 1039), o qual considerava que visão se dá a partir da luz que provém do objeto até nossos olhos, ou seja, a luz tinha papel importante no processo e era independente tanto do olho quanto do objeto (Martins; Silva, 2015; Rocha 2015; Silva, 2009). Alhazen também é responsável por estudar os fenômenos da refração e reflexão. Garcia et. al (2007) nos mostra o modelo de visão defendido por Alhazen, no qual é possível observar a formação da imagem dentro do olho, em que a luz emitida de determinado objeto passa pela pupila e forma a imagem, conforme ilustração da Figura 10.

Figura 10 - Modelo de visão de Alhazen *apud* Garcia et. al (2007).



Fonte: Garcia et. al (2007).

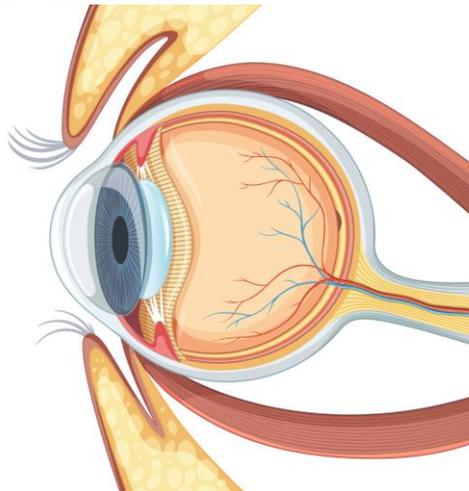
Olhando para o modelo de Alhazen pode-se dizer que muito se assemelha às ilustrações e definições atuais para explicar a visão, bem como concepções de como a visão ocorre, conforme observa-se segundo definição de Halliday e Resnick

(2016):

Para que alguém possa ver, digamos, um pinguim, é preciso que os olhos interceptem alguns raios luminosos que partem do pinguim e os redirecionem para a retina, no fundo do olho. O sistema visual, que começa na retina e termina no córtex visual, localizado na parte posterior do cérebro, processa automaticamente as informações contidas nos raios luminosos. Esse sistema identifica arestas, orientações, texturas, formas e cores e oferece à consciência uma **imagem** (uma representação obtida a partir de raios luminosos) do pinguim; observador percebe e reconhece o pinguim como estando no local de onde vêm os raios luminosos, a distância apropriada (Halliday, Resnick; 2016, p. 39).

Então surge a pergunta: como a imagem é formada no olho e quais as partes da estrutura do globo ocular são fundamentais para a percepção visual? Observando a Figura 11 podemos relacioná-la com a descrição das partes do olho humano.

Figura 11 - Representação do olho humano



Fonte: Criado pela autora a partir da plataforma canva.

Pode-se considerar, com boa aproximação, que o globo ocular tem formato esférico. Logo à frente do globo está localizada uma região transparente que representa a córnea. Após a córnea, existe a pupila, que pode se contrair ou dilatar pela ação dos músculos da íris e é pela pupila que ocorre a passagem da luz. A íris pode apresentar cores diversas, como marrom, azul e verde (na Figura 11, aparece em um tom azul claro). A formação da imagem ocorre na retina, que fica localizada na parte posterior do olho e que possui grande quantidade de células que apresentam sensibilidade à luz. É importante notar uma estrutura semelhante a uma lente chamada de cristalino, que está localizada logo após a pupila e a íris. Além

disso, o cristalino possui curvatura variável devido à ação dos músculos ciliares, a fim de conseguir focar objetos a distâncias distintas (Helene; Helene, 2011).

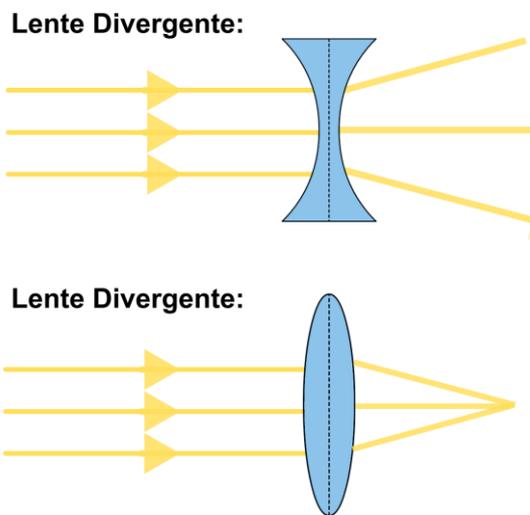
Cabe pormenorizar dois conceitos. Primeiramente, podemos definir uma lente da seguinte forma: trata-se de um objeto transparente, que possui dois lados refratores, ou seja, que permitem a passagem de luz e que possuem um ponto central comum (Halliday, Resnick; 2016;). Em segundo lugar, precisamos entender que uma superfície refratora possui a propriedade de refração, a qual podemos definir como:

A refração, em Óptica, é um fenômeno que resulta da mudança da velocidade da luz quando atravessa a superfície de separação de dois meios transparente de propriedades ópticas diferentes. Se a incidência for oblíqua e os meios isotrópicos, o fenômeno de refração evidencia-se por um desvio sofrido pela luz ao atravessar tal superfície de separação (Rocha, 2015, p. 216).

Dessa forma, entende-se que uma lente é um agente que causa a refração da luz. Além do mais, a forma como uma lente se comporta diante da passagem da luz pode ocorrer de modos distintos e tal distinção depende da forma geométrica da lente.

Vamos considerar que raios de luz paralelos chegam até a superfície de uma lente. A partir da lente pode haver, tanto convergência dos raios de luz, ou seja, os raios de luz se direcionarão para um determinado ponto, se aproximando uns dos outros, quanto pode haver divergência dos raios, que é quando ocorre o afastamento dos raios de luz uns em relação aos outros. Podemos representar as lentes, bem como a convergência e a divergência para cada tipo de lente, de acordo com o que pode ser observado na Figura 12.

Figura 12: Representação do tipo de lente que produz convergência e divergência dos raios de luz.

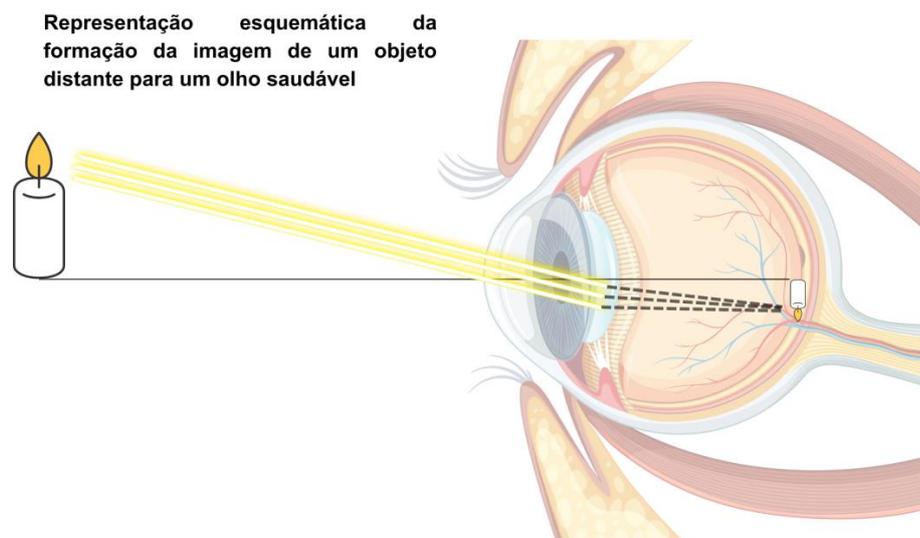


Fonte: Criado pela autora a partir da plataforma canva

Já estudamos os elementos históricos acerca da visão no olho humano, os aspectos fisiológicos da visão, os componentes ópticos do olho humano, bem como as lentes, que podem ser tanto divergentes quanto convergentes, vamos buscar agora entender mais sobre os problemas que a visão pode apresentar.

Um olho com visão saudável, conforme visto no nosso problema experimental, tem a formação da imagem dada conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Representação esquemática da formação de imagem para um olho saudável disponibilizada aos estudantes.



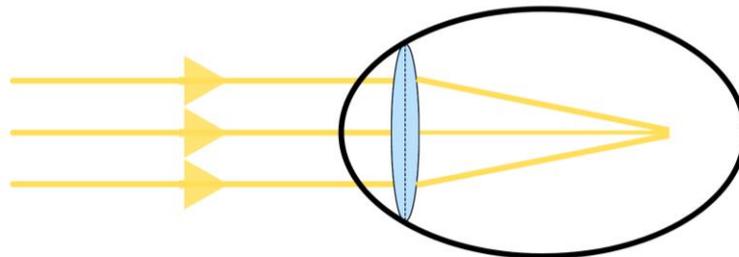
Fonte: Criado pela autora a partir da plataforma canva.

Ou seja, os raios de luz atravessam a estrutura ocular, concentram-se em um determinado ponto no qual é formada uma imagem na retina, que como podemos observar é invertida. As imagens que percebemos não são invertidas, pois na retina a imagem é convertida em impulsos elétricos, que chegam ao nosso cérebro o qual faz interpretação da imagem, agora sem inversão.

Entretanto, existem dois problemas da visão (que não são os únicos) que afetam diretamente a formação da imagem na retina. São eles, a miopia e a hipermetropia. Na miopia ocorre um achatamento horizontal no globo ocular. Em consequência disso a imagem é formada antes da retina (Figura 13). Já na hipermetropia, ocorre um achatamento vertical no globo ocular e a imagem é formada após a retina (Figura 14). Em ambos os casos não é possível que o cérebro tenha uma interpretação nítida das imagens, fazendo-se necessário o uso de lentes para correção da visão.

Figura 13 - Representação de um olho com miopia.

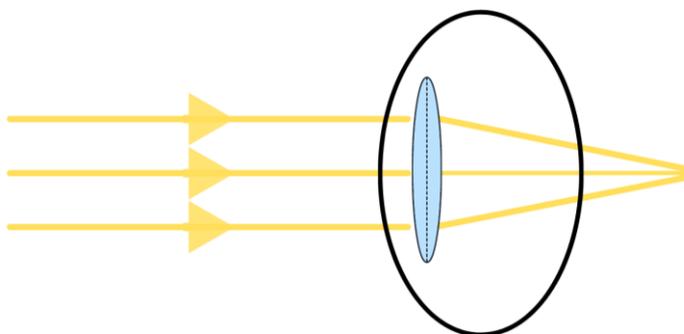
Representação esquemática da formação de imagem em um olho com miopia



Fonte: Criado pela autora a partir da plataforma canva.

Figura 14 - Representação de um olho com hipermetropia.

Representação esquemática da formação de imagem em um olho com hipermetropia



Fonte: Criado pela autora a partir da plataforma canva.

Para correção de tais problemas da visão é possível fazer o uso de lentes adequadas para cada um deles, sendo que para um desses casos utiliza-se lentes convergentes e para o outro caso recomenda-se o uso de lentes divergentes, a fim de que o ponto focal, ou seja, o ponto de convergência dos raios de luz aconteça na retina.

Fonte: Texto elaborado pela autora

Aula 7

Essa aula terá como intuito a discussão coletiva do texto lido e contará com um intervalo de tempo de uma hora-aula (1 h/a).

Após a apresentação do texto aos estudantes, o qual, segundo Carvalho (2013), na etapa do ensino médio pode ser lido pelos próprios alunos de modo individual, porém, havendo necessidade nada impede que seja feita uma leitura compartilhada, com o auxílio do professor. Cabe então um momento de discussão do texto apresentado de forma conjunta com toda a sala, assim os estudantes podem expor as ideias que surgiram a partir do texto e se conseguiram relacionar com o problema experimental resolvido por eles em aulas nas aulas anteriores.

Aula 8

Planejamos algumas questões (Quadro 4), para que os alunos possam sistematizar seus conhecimentos a partir da leitura e discussão coletiva do texto (Quadro 2), associando o que foi estudado ao problema experimental resolvido por

eles e, também, de maneira individual escrevendo sobre suas compreensões. Para tanto, espera-se que as questões sejam resolvidas em uma hora-aula (1 h/a).

Vale lembrar que, assim como nas demais atividades planejadas ao longo de uma SEI, o questionário deve manter seu caráter investigativo. Além disso, podemos disponibilizar as lentes e o laser apresentados no experimento, aos estudantes. Assim eles podem, novamente, observar o comportamento de cada uma das lentes acordo com seus formatos. O Quadro 4 contém algumas sugestões de questões.

Quadro 4: Questionário para investigar e sistematizar o conhecimento, relacionando o problema experimental ao texto estudado.

Questionário Investigativo
<ol style="list-style-type: none">1. A partir da leitura do texto “Visão e Óptica” (Quadro 2), responda às seguintes questões:<ol style="list-style-type: none">a. Qual é o tipo de problema da visão que estava representado na Figura 3 e na Figura 4, respectivamente? Explique como chegou a essa conclusão.b. Qual é o tipo de lente que foi usada para a resolução de cada um dos problemas apresentados na parte experimental da nossa atividade?c. Desenhe as lentes que usou para resolver os problemas na Figura 3 e na Figura 4, respectivamente. Depois, identifique qual das lentes faz com que os raios de luz apresentem convergência e qual delas faz com que os raios de luz apresentem divergência.2. O cristalino presente no olho humano, também tem um papel semelhante a uma lente? Se sim, de qual tipo?3. Faça um desenho esquemático do olho humano e do nome das partes que o compõem que conseguiu identificar a partir da leitura do texto.4. Você consegue associar o que estudamos com situações do seu cotidiano ou com algum instrumento/objeto presente no dia a dia das pessoas ao seu redor? Se sim, com quais situações e/ou instrumentos.

Fonte: Questionário elaborado pela autora.

Aula 9

Após os alunos registrarem suas respostas, é possível organizar novamente uma roda de conversa para que os alunos exponham suas respostas, compartilhem seus conhecimentos e experiências de modo conjunto, com a mediação e orientação do professor. Na seção de avaliação da SEI (5.4) explicaremos como esses momentos podem fazer parte do processo avaliativo do professor para cada etapa proposta na presente pesquisa.

5.3 CONTEXTUALIZAÇÃO SOCIAL DO CONHECIMENTO E APROFUNDAMENTO DO CONTEÚDO

Para este ciclo avalia-se um período de desenvolvimento de três horas-aulas (3h/a), dividindo-o em momentos para leitura de um texto (Quadro 5) e de discussão e estudo coletivo. Esse ciclo será dividido em duas etapas, as quais intitulamos:

- Aprofundamento do Conteúdo (Seção 5.3.1), com duração de duas horas-aulas (2h/a), Aulas 10 e 11;
- Contextualização Social do Conhecimento (Seção 5.3.2), com duração de uma hora-aula (1h/a), Aula 12.

5.3.1 Aprofundamento do Conteúdo

Inicia-se esse ciclo da proposta de Sequência de Ensino Investigativo com o aprofundamento do conteúdo, avançando mais através da História da Ciência e destacando as concepções dadas à luz, bem como o emprego das lentes, por exemplo, em observações astronômicas. Tal aprofundamento será dado por intermédio de um texto, intitulado “Da visão aos instrumentos ópticos” (Quadro 5). O qual foi previamente elaborado para essa SEI e deve ser apresentado aos estudantes. Para esse momento de estudo do texto têm-se a previsão de duas horas-aulas (2 h/a), sendo uma hora-aula (1a h/a) de leitura (Aula 10) e uma hora-aula (1 h/a) para discussão (Aula 11).

Aula 10

O texto para leitura e posterior discussão encontra-se no Quadro 5.

Quadro 5: Texto de Aprofundamento do Conhecimento para leitura dos estudantes.

Da visão aos instrumentos ópticos

Já estudamos como os pensadores antigos entendiam e interpretavam a visão, quais questionamentos emergiram das hipóteses apresentadas por ele ao longo da história e como tais questionamentos são relevantes para que haja compreensão da visão, ampliando-se o entendimento da área com as formulações dadas pelos árabes ao estudo da óptica, que muito contribuiu para o desenvolvimento conceitual da mesma.

Todavia, as discussões e maiores compreensões sobre a visão e luz não estavam finalizadas. Os impasses entre as ideias apresentadas até então passaram por um período de embate conceitual acerca da luz, se dividindo entre a concepção de Alhazen, Platão e Pitágoras e a concepção de Aristóteles, os quais perduraram por longo período. Contudo, a partir do século XVII, o qual foi marcado por grande desenvolvimento da área, houve uma mudança nos estudos da óptica, afastando-a da natureza filosófica dada até então à área e tomando caráter mais próximo da ciência moderna (Rocha, 2015).

Johannes Kepler (1571-1630), apresenta em sua publicação de 1604, uma explicação para o entendimento da visão mais próxima do que temos atualmente. Barros e Carvalho (1998), trazem a seguinte interpretação da explicação dada por Kepler:

Para Kepler os corpos externos consistiam de agregados de pontos. Cada ponto emitia em todas as direções raios retilíneos que se propagavam indefinidamente, ao menos que encontrassem algum obstáculo. Se um olho encontrava-se em frente destes pontos, então, todos os raios que entrassem no olho do observador formariam um cone, tendo o ponto como vértice e a pupila como base. Além disso, esses raios refratados pela córnea e partes internas do olho formariam um novo cone, cuja base estaria na pupila, mas cujo vértice estaria num ponto sobre a retina (Barros; Carvalho, 1998, p. 88).

De modo análogo ao que entendemos atualmente, segue a explanação sobre a formação e interpretação da imagem no cérebro, ainda segundo os autores supracitados:

Kepler estabeleceu que o cone de raios emitidos por um ponto objeto, depois que entrava na pupila, reconvergia para um ponto sobre a retina do olho do observador, onde a estimulação do sensorium ocorria e onde os sinais que seriam transmitidos para a mente eram originados. Uma vez recebidos estes sinais, a mente criava, então, uma figura com a mesma forma do objeto e a localizava exatamente onde o objeto era visto (Barros; Carvalho, 1998, p. 88).

Kepler também foi responsável pelo estudo das lentes e de como elas se comportam, inclusive quando associadas, o que torna-se um fator relevante para o desenvolvimento do que chamamos de instrumentos ópticos (Martins; Silva, 2015).

O estudo das leis da refração também foi descrito por Descartes (1596-1650), e ainda, de modo independente, por Thomas Hariot e Willebrord Snell, em um mesmo período da história. Tal lei que hoje conhecemos como lei de Snell-Descartes é de grande relevância e trouxe avanços no estudo da óptica, trazendo a compreensão de como raios de luz passam através de uma superfície e são refratados (Rocha, 2015).

Quanto ao que elucidamos sobre a natureza da luz, muitas foram as discussões em torno dessa temática e tantos outros personagens da história da ciência voltaram sua atenção e estudos para conceber tal conceito, como Newton, Huygens, Young, até grandes nomes do século XX, como Einstein, L. de Broglie e Schrödinger, por exemplo. Entretanto, nosso objeto de estudo nesse momento será observar como a refração, a compreensão da visão e das leis de refração impulsionam a ciência do século XVII.

Desta forma, podemos citar os estudos de Galileu Galilei (1564-1642) que, além da atividade como professor, também prestava consultorias relacionadas à problemas navais e militares. Mostrava-se interessado em desenvolver um telescópio, também imaginando que o instrumento poderia ter aplicações para fins navais. Neste intuito, estudando as lentes, pensou em qual deveria ser a combinação entre as lentes côncavas e convexas que poderiam produzir o efeito de aumento esperado. Galileu construiu seus próprios telescópios e fez observações a partir deles em 1610. Porém tal instrumento já era de conhecimento de Galileu, mesmo que o telescópio já existente apresentasse uma forma mais rudimentar. Sendo assim, é importante salientar que tal invenção não deve ser creditada a Galileu, embora ele tenha sido o primeiro a usá-lo em estudos sobre Astronomia (Drake, 1983, *apud* Barros; Carvalho, 1998; Rocha, 2015).

Segundo Filho e Saraiva (2017), historiadores acreditam que o primeiro telescópio foi construído em 1608, por um holandês chamado Hans Lippershey (1570 - 1619). Entretanto, é importante dizer também que o telescópio de Galileu tinha uma capacidade de aumento três vezes maior, e a partir dos telescópios foi possível ter maior compreensão dos objetos celestes.

Fonte: Texto elaborado pela autora

Aula 11

Após a leitura do texto (Quadro 5), podemos novamente em grupo, discutir o que foi estudado, fazendo perguntas para os estudantes que elucidem se eles compreenderam como a História da Ciência, em torno de determinado conhecimento, sofre influências e interesses externos como, por exemplo, o trabalho realizado por Galileu, buscando soluções para problemas de engenharia civil e militar (Drake, 1983, *apud* Barros; Carvalho, 1998).

Além disso, buscar compreender como os estudantes entendem que os conceitos desenvolvidos na óptica, através das lentes, propiciaram o desenvolvimento de instrumentos ópticos, não só do telescópio e dos óculos, mas os estudantes podem citar também as câmeras fotográficas, microscópios, binóculos, por exemplo.

Uma discussão importante que pode ser fomentada é se um único pensador/cientista foi responsável pelo entendimento do funcionamento das lentes e suas aplicações. Ou se isso ocorreu ao longo de um processo histórico por diferentes pessoas em diferentes culturas.

5.3.2 Contextualização Social do Conhecimento

Nesse momento de contextualização, estudo e discussão coletiva, no qual deve-se envolver os conhecimentos e conteúdos estudados e investigados pelos discentes com orientação e mediação do docente, prevê-se uma hora-aula (1 h/a) de desenvolvimento (Aula 12).

Aula 12

Como forma de contextualização do conhecimento, traz-se algumas reflexões de como essa área do conhecimento, ou seja, como o entendimento acerca do funcionamento das lentes e sua utilização para corrigir problemas na visão, dentre outras aplicações podem transformar e impactar a nossa sociedade de maneiras diversas.

Desta forma, a partir de uma discussão, ainda coletiva, pode-se indagar os estudantes em relação aos impactos sociais advindos do estudo da óptica e até mesmo da invenção dos óculos, por exemplo, como a inclusão social de pessoas com problemas de visão. O surgimento de uma área comercial e profissional advinda dos estudos sobre as lentes, a qual exige formação profissional. Entre outros aspectos,

como o desenvolvimento da ciência e de áreas de atuação profissional a partir de instrumentos ópticos como o microscópio e telescópio.

Tais questionamentos devem ser levados pelo docente a fim de contextualizar socialmente os conhecimentos estudados. Entretanto, considerando as discussões realizadas em sala de aula com os estudantes, espera-se que outros temas e assuntos também possam ser levantados por eles. Além do que foi sugerido, o docente pode abordar outros temas e contextualizações que julgar pertinente para esse momento.

5.4 PROCESSO DE AVALIAÇÃO

Como explicitado em nosso referencial teórico, o processo avaliativo de uma Sequência de Ensino Investigativo deve ser formativo, para que professores e estudantes possam compreender o que estão ou não aprendendo. Ao longo de todas as etapas apresentadas em nossa SEI, o professor, atento aos seus estudantes, tem evidências para avaliá-los, que podem ocorrer tanto por uma observação atenciosa dos estudantes durante todas as etapas, quanto pelos registros feitos por esses alunos.

Sendo assim, nesse momento do ciclo, não será estipulado um intervalo de tempo em horas-aulas para avaliação, pois entendemos que esta deve ocorrer ao longo de todos os ciclos.

Será elucidado, então, os momentos de maior atenção docente no intuito de avaliar, seus estudantes e ele mesmo. No primeiro ciclo, seção 5.1, a qual trata do problema experimental, o professor tem como forma de avaliação a observação de seus estudantes enquanto buscam a solução para o problema apresentado, estando atento às hipóteses e argumentações levantadas por eles. Há também o momento da roda de conversa para discutir como e por que os estudantes conseguiram resolver o problema – este também é um momento de grande valia para avaliá-los. E ainda, há nessa etapa um registro escrito por meio de textos e/ou desenhos que os alunos fizeram para sistematização do conhecimento a partir do problema experimental, o qual também fornece elementos avaliativos para que o professor entenda o que seu aluno aprendeu durante a etapa.

Partindo para a etapa de Sistematização do Conhecimento, seção 5.2, além de mais uma vez poder avaliar os estudantes a partir das discussões estabelecidas em sala de aula por intermédio de rodas de conversa, há também a proposição de uma

atividade escrita, na qual o professor consegue observar de modo mais individual o que cada estudante aprendeu.

Por fim, para a etapa de Contextualização Social do Conhecimento e Aprofundamento do Conteúdo, seção 5.3, também é possível observar os alunos durante os momentos de compartilhamento de ideias, argumentações, levantamento de hipóteses, a fim de avaliar se os estudantes conseguem relacionar o que foi estudado com o contexto social ao qual se inserem, bem como se entendem os elementos históricos como fatores relevantes para a compreensão da física e do desenvolvimento científico e tecnológico.

6 INTERPRETAÇÕES E DESDOBRAMENTO DA SEI

Retomando nosso objetivo, a dissertação tem por intuito estudar a História da Ciência no Ensino de Física e, a partir disso, propor uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) para o conteúdo de óptica, evidenciando sua viabilidade frente às orientações do Currículo Paulista, o qual tem passado por mudanças (São Paulo, 2020). E desta forma, avaliar as possíveis implicações destas mudanças para o Ensino de Física.

Como já explicitado na seção 4, trata-se de uma pesquisa qualitativa que tem como produto principal a Proposição de uma Sequência de Ensino Investigativo. A qual será analisada a partir de dois contornos: Quanto ao seu desdobramento perante o Currículo Paulista e quanto aos pressupostos relativos à Natureza da Ciência.

6.1 O DESDOBRAMENTO DA SEI FRENTE AO CURRÍCULO PAULISTA

Anteriormente, nesta dissertação, foi mencionada a organização curricular da etapa do Ensino Médio, sendo elencadas Competências Gerais para toda a Educação Básica, Competências Específicas por área do conhecimento, Unidades Temáticas, Habilidades e Objetos do Conhecimento. A organização mencionada está posta na BNCC e é reiterada no Currículo Paulista.

Sendo assim, buscamos relacionar, a Sequência de Ensino Investigativo apresentada como resultado na presente dissertação, com as Competências Gerais e Específicas, as Unidades Temáticas, Habilidades e Objetos do Conhecimento elaboradas para o Ensino na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no componente curricular de Física.

Ao buscarmos pelas Competências Específicas, Habilidades e Unidades Temáticas que se ajustassem aos objetos da nossa sequência, ou seja, o ensino investigativo e a óptica, no componente curricular de física, encontramos na unidade temática de “Tecnologia e Linguagem Científica”, a competência específica e habilidade, que seguem, respectivamente:

3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (São Paulo, 2020, p. 164).

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos (São Paulo, 2020, p. 164).

As quais julgamos bastante pertinentes e alinhadas com a nossa proposta de SEI. Todavia, além da Competência e Habilidade supracitada, observamos também que, a óptica aparece como objeto do conhecimento relacionada com outra unidade temática, intitulada “Vida, Terra e Cosmos”, relacionada a competência específica e habilidade a seguir, respectivamente:

2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (São Paulo, 2020, p. 159).

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta (São Paulo, 2020, p. 159).

Entretanto, ao compararmos as competências e Habilidades, para essas duas unidades temáticas distintas, são elas, “Tecnologia e Linguagem Científica” e “Vida, Terra e Cosmos”, observamos na primeira uma maior proximidade entre as Competências e Habilidades com a Sequência de Ensino Investigativo aqui proposta.

Observando tais Competências e Habilidades, julgamos que estas têm maior associação com o que é proposto na nossa SEI, mesmo que essas não apareçam diretamente relacionadas com objeto do conhecimento “optica”. Aliás essa unidade temática abarca os três componentes curriculares da área de CNT, Física, Química e Biologia. Desta forma, julgamos que a Unidade “Tecnologia e Linguagem Científica” se relaciona com os objetos e abordagens trazidas em nossa SEI.

O intuito de trazer um paralelo entre a nossa SEI e as competências, Gerais e Específicas, as Habilidades, a Unidade Temática e o objeto do conhecimento, decorre do fato que os professores da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo devem desenvolver seu trabalho em sala de aula de modo alinhado à organização curricular já estabelecida pela BNCC e reiterada no Currículo Paulista.

Para elucidar como a SEI dialoga com o currículo e o Organizador Curricular da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, bem como com as Competências Gerais da Educação Básica, elaboramos o Quadro 6. O qual nos

mostra para cada aula da Sequência de Ensino Investigativo, o número da Competência Geral da Educação Básica, o código da Habilidade e o Objeto do Conhecimento que está relacionado com cada aula da sequência.

De antemão, queremos dizer que a Competência Específica da Área de Ciência da Natureza e a Unidade temática para todas as aulas são as mesmas. Ou seja, as habilidades e objetos do conhecimento apresentados no quadro estão todas relacionadas à mesma Competência Específica da Área de Ciências da Natureza e à mesma Unidade temática.

A Unidade temática é “Tecnologia e Linguagem Científica” e a Competência Específica da Área de Ciências da Natureza, é a seguinte:

3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (São Paulo, 2020, p. 164).

Também é importante mencionar que os códigos usados para as competências e habilidades apresentadas no quadro são explicados ao longo do texto que o sucede.

Desejamos, desta forma, auxiliar na organização e no planejamento do trabalho docente diante da proposta aqui desenvolvida.

Quadro 6: A SEI e sua relação com as competências, habilidades e objetos do conhecimento segundo o CP.

Ciclo da SEI	Aula	Competência Geral da BNCC	Código da Habilidade	Objeto do Conhecimento
5.1 O Problema Experimental	1 e 2	2	EM13CNT301	Investigação científica (definição da situação problema, objeto de pesquisa, justificativa, elaboração da hipótese, revisão da literatura, experimentação e simulação, coleta e análise de dados, precisão das medidas, elaboração de gráficos e tabelas, discussão argumentativa, construção e apresentação de conclusões).
5.2 Sistematização do Conhecimento	3 e 4	4	EM13CNT301	Investigação científica (definição da situação problema, objeto de pesquisa, justificativa, elaboração da hipótese, revisão da literatura, experimentação e simulação, coleta e análise de dados, precisão das medidas, elaboração de

				gráficos e tabelas, discussão argumentativa, construção e apresentação de conclusões).
	5 e 6	1	EM13CNT303	Leitura e interpretação de temas voltados às Ciências da Natureza e suas Tecnologias, utilizando fontes confiáveis (dados estatísticos; gráficos e tabelas; infográficos; textos de divulgação científica; mídias; sites; artigos científicos).
	7	4	EM13CNT303	Leitura e interpretação de temas voltados às Ciências da Natureza e suas Tecnologias, utilizando fontes confiáveis (dados estatísticos; gráficos e tabelas; infográficos; textos de divulgação científica; mídias; sites; artigos científicos).
	8	2	EM13CNT301	Investigação científica (definição da situação problema, objeto de pesquisa, justificativa, elaboração da hipótese, revisão da literatura, experimentação e simulação, coleta e análise de dados, precisão das medidas, elaboração de gráficos e tabelas, discussão argumentativa, construção e apresentação de conclusões).
	9	4	EM13CNT301	Investigação científica (definição da situação problema, objeto de pesquisa, justificativa, elaboração da hipótese, revisão da literatura, experimentação e simulação, coleta e análise de dados, precisão das medidas, elaboração de gráficos e tabelas, discussão argumentativa, construção e apresentação de conclusões).
5.3 Contextualização Social do Conhecimento e Aprofundamento do Conteúdo	10	1	EM13CNT303	Leitura e interpretação de temas voltados às Ciências da Natureza e suas Tecnologias, utilizando fontes confiáveis (dados estatísticos; gráficos e tabelas; infográficos; textos de divulgação científica; mídias; sites; artigos científicos).
	11	4	EM13CNT301	Investigação científica (definição da situação problema, objeto de pesquisa, justificativa, elaboração da hipótese, revisão da literatura, experimentação e simulação, coleta e análise de dados, precisão das medidas, elaboração de gráficos e tabelas, discussão argumentativa, construção e

				apresentação de conclusões).
	12	4	EM13CNT301	Investigação científica (definição da situação problema, objeto de pesquisa, justificativa, elaboração da hipótese, revisão da literatura, experimentação e simulação, coleta e análise de dados, precisão das medidas, elaboração de gráficos e tabelas, discussão argumentativa, construção e apresentação de conclusões).
5.4 Processo de Avaliação	O processo de avaliação se dá ao longo de todas as aulas da SEI e foi explicitado da Seção 5.4			

Fonte: Elaborado pela autora, com referência ao Currículo Paulista (SÃO PAULO, 2020).

Como dito, os números 1, 2 e 4 apresentados no Quadro 6, se referem, respectivamente, às Competências Gerais da BNCC, reiteradas no CP:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (Brasil, 2018, p. 9).
2. 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 criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 9).
4. Utilizar diferentes linguagens — verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital —, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo (Brasil, 2018, p. 9).

De forma análoga, os códigos das habilidades apresentados no Quadro 6, se referem às seguintes habilidades:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (São Paulo, 2020, p. 161).

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (São Paulo, 2020, p. 161).

A fim de melhor orientar professores da Seduc-SP, podemos também sugerir para qual série/ano e bimestre a SEI elaborada e proposta nesta dissertação pode ser aplicada. O site Currículo Paulista, traz materiais de apoio, no qual é possível identificar as habilidades da área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, ao longo do Ensino Médio, relacionando-as com o objeto do conhecimento para cada Componente Curricular (Currículo Paulista. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/ensino-medio/materiais-de-apoio-2/>).

Então, olhando para o Quadro² disponível no site do Currículo Paulista, pode-se observar que as habilidades e objetos do conhecimento, destacados no Quadro 6, relacionados à nossa SEI, aparecem ao longo de todos os quatro bimestres para a 1ª e 2ª Série do Ensino Médio. Não há, nesse quadro, habilidades e objetos do conhecimento para a 3ª Série na área de Ciências da Natureza, pois as disciplinas de Física, Química e Biologia, não fazem mais parte da Formação Geral Básica nessa série. Desta forma há a possibilidade que os docentes usem a SEI durante os bimestres da 1ª e 2ª Série do Ensino Médio.

Outro ponto a se valorizar em relação a SEI proposta, é que ela traz um caráter investigativo para o Ensino de Física. Quando discutirmos as orientações da BNCC, e seu desdobramento como norteador do Currículo Paulista, identificamos e questionamos, na seção 2.1, frente às Competências Gerais da Educação Básica e Específicas da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que, embora houvesse o interesse por proposições investigativas, não havia uma melhor caracterização de abordagens, métodos ou metodologias.

Desta forma, a presente SEI se mostra como material didático que atende a essa demanda do Currículo Paulista, e supre a lacuna que destacamos, pois traz um embasamento teórico a partir do Ensino por Investigação.

Como destacamos na contextualização da pesquisa, seção 2.1, a própria BNCC e CP pontuam a necessidade de que o conhecimento histórico seja tratado sem ater-se apenas na superficialidade dessa temática, mas sim mostrando um

² Quadro apresentando nos materiais de apoio para o Ensino Médio no site do Currículo Paulista. Disponível em: https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2022/02/Habilidades_Ci%C3%A7ncias-da-Natureza-e-suas-Tecnologias_1%C2%AA-e-2%C2%AA_S%C3%A9rie_EM.pdf

tratamento com maior profundidade e contextualização da História da Ciência (BRASIL, 2018; São Paulo, 2020).

Tal lacuna, em relação ao modo como os conteúdos sobre História da Ciência são levados para a sala de aula, ou seja, a partir de uma abordagem reducionista ou distorcida, citando apenas datas e personagens Históricos, bem como as dificuldades enfrentadas nessa tentativa, é questionada também por autores que abordam a temática, (FORATO, 2011; Pagliarini, 2007). Logo, a SEI elaborada também fornece material para uma abordagem adequada da História da Ciência para o Ensino de Óptica.

Porém, podemos destacar alguns momentos em que a organização Currículo Paulista não favorece a aplicabilidade da SEI aqui apresentada e/ou uma atuação docente autônoma para que possamos refletir mais criticamente sobre como o currículo pode limitar a autonomia do professor e o acesso dos estudantes a determinados conteúdos. Elucidamos esses questionamentos na seção 2.2 desta dissertação.

Como já mencionamos, a BNCC e, em consequência dela, o Currículo Paulista, acabaram por mitigar a especificidade disciplinar, já que as disciplinas, agora intituladas componentes curriculares de Física, Química e Biologia estão todas agrupadas em uma área: Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CTN). E não há mais a disciplina de física na 3ª série do Ensino Médio. Logo, os conteúdos que antes eram trabalhados de forma específica e disciplinar ao longo das três séries do Ensino Médio têm espaço apenas durante dois dos três anos dessa etapa da Educação Básica.

Autores e pesquisadores da área evidenciam a importância do conteúdo disciplinar de cada componente curricular ser tratada de forma específica. A Rede Escola Pública e Universidade (REPU) inclusive salienta a necessidade de garantia de que cada componente curricular seja trabalhado de modo disciplinar ao longo das três séries do Ensino Médio (Nascimento, 2020; Cavalcanti e Carvalho, 2021; Cássio e Goulart, 2022; Prevato, 2023; REPU, 2023).

Além disso, houve a imposição por parte da Secretaria de Educação do estado de São Paulo (Seduc-SP), que a partir de agosto de 2023 os professores passassem a usar slides disponibilizados pela secretaria em suas aulas, dispensando os materiais antes avaliados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Inclusive é apontado e demonstrado pela REPU (2023) a insatisfação frente a esses slides e a

sua qualidade questionável. O que faz dessa atitude, além de tudo, um obstáculo quanto a autonomia docente frente às suas aulas e planejamento didático.

Tendo em vista, que nossa SEI é desenvolvida de modo disciplinar, abarcando conteúdos específicos da disciplina de Física, os impasses destacados anteriormente, podem tornar-se fatores restritivos quanto a replicabilidade da proposta. E, mais do que isso, essas problemáticas nos fazem refletir sobre a qualidade do ensino, a autonomia do professor, assim como a possibilidade de restrição do acesso dos alunos aos conhecimentos historicamente construídos e das especificidades de cada componente curricular.

6.2 INTERPRETAÇÕES DA SEI EM RELAÇÃO A NATUREZA DA CIÊNCIA

Em nossa discussão teórica, seção 3.2, evidenciamos a importância da compreensão adequada sobre a Natureza da Ciência e o empreendimento Científico quando almejamos discutir tais aspectos em sala de aula, mais ainda, quando objetivamos levar História da Ciência para o Ensino – no caso da nossa pesquisa, para o Ensino de Física.

Apoiados, principalmente, em Forato (2011) e Gil-Pérez et al (2001), elencamos alguns pontos de atenção quando deseja-se planejar e aplicar conhecimentos relativos à Natureza da Ciência em um contexto educacional, da mesma forma que destacamos as possíveis dificuldades e quais ações devem ser evitadas nessa tentativa.

Podemos, desta forma, destacar momentos nos quais a SEI proposta está alinhada aos pressupostos destacados pelos autores, indicando cuidados sobre o entendimento acerca da Natureza da Ciência e do empreendimento científico, tentando colaborar para área e futuras aplicações da SEI. Entretanto, é possível destacar as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento da SEI, as quais também são abordadas pela literatura discutida nesta dissertação.

Alguns pontos de atenção destacados por Gil-Pérez et al. (2011) é a necessidade de romper com a *visão individualista e elitista* e a *visão aproblemática e ahistórica*. Na primeira, os conhecimentos são mostrados do ponto de vista de um único indivíduo, já a segunda se refere à ideia de que um determinado conhecimento pode tornar-se objeto de estudo sem que haja um problema inicial.

Fazendo um paralelo com a nossa SEI, pretendemos destacar pensamentos e

elaboraões conceituais divergentes sobre o conceito de raio de luz, por exemplo, entre as concepções corpusculares e ondulatórias da luz, a partir de sujeitos diferentes, em seus contextos e épocas. Como os Hebreus, Egípcios, Platão, Pitágoras, Aristóteles, Alhazen, Kepler, Galileu, entre outros.

A *visão individualista e elitista*, também aparece na SEI quando se coloca em evidência que o primeiro telescópio não foi construído por Galileu e sim por um holandês chamado Hans Lippershey (Filho e Saraiva, 2017). Desta forma, mostra, ao contrário do que se imagina, que a ciência não é produto de um único personagem histórico e genial.

De modo análogo, quando não são evidenciados os contextos nos quais determinado conhecimento surge como objeto de estudos, como fica evidente quando explicitamos o caso de Galileu, que trabalhava em projetos de engenharia civil e militar, e desenvolveu o telescópio também para esse contexto histórico (Drake, 1983, apud Barros; Carvalho, 1998). Pode-se ter uma *visão a-histórica e aproblemática*. Nesse mesmo ponto da SEI, pode-se romper com o entendimento de que a ciência é neutra, *visão socialmente neutra da ciência* e, assim sendo, não é passível de sofrer influências externas (Gil Pérez et al. 2001).

Outro ponto decorre das abordagens históricas que reconstroem a ciência de modo linear, ou seja, sem considerar os impasses ao longo do empreendimento científico e as teorias que se colocam em oposição (Gil Pérez et al. 2001, Forato, 2011). É possível identificar que a SEI proposta, também se preocupa com esse aspecto.

O que aqui destacamos nos mostra que, a partir dos textos elaborados para estudo dos alunos e discutidos ao longo da SEI, Quadro 3 e 5, a proposição da Sequência está apresentada de modo que proporcione uma boa interpretação acerca da Natureza da Ciência e do empreendimento científico. Rompendo, desta forma, com uma visão superficial, fragmentada, elitista, linear, neutra e *aproblemática* que se pode ter quando usamos a História da Ciência em abordagens didáticas.

Em um primeiro momento pode parecer simples levar uma compreensão adequada sobre a Natureza da Ciência para a sala de aula. Entretanto, Forato (2011) ilustra quais as dificuldades enfrentadas quando se tem esse objetivo.

As quais apontamos em nossa discussão: a dificuldade para escolher o conteúdo histórico; o tempo disponível para trabalhar os conteúdos em sala de aula;

o cuidado para não exagerar nas simplificações e no que se pode ou não omitir; os trabalhos especializados têm grande rigor acadêmico e, por vezes, não têm encaminhamentos metodológicos e/ou didáticos; cuidado com reconstruções lineares; e por fim, assinala que a formação docente não é específica para uma abordagem histórica da Ciência (Forato, 2011).

Sendo assim, embasados em nosso referencial teórico, entendemos que os textos elaborados para SEI, Quadro 3 e 5, bem como toda a proposição da sequência, trazem contribuições importantes para a compreensão acerca da Natureza da Ciência para docentes e discentes que estiverem diante da sequência proposta e viabiliza uma abordagem Histórica da Ciência para o ensino de óptica na disciplina de Física.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em vista das discussões tecidas, podemos concluir que a Sequência de Ensino Investigativo aqui apresentada como abordagem didática para o Ensino de Física está alinhada ao Currículo do Estado de São Paulo. Pois, mostra coerência quanto às competências, habilidades e objetos do conhecimento dispostos no CP. E atende às demandas, presentes no CP, de que é desejável abordagens com caráter investigativo e que abarquem a História da Ciência no Ensino. No intuito de promover a aplicação da SEI apresentada na disciplina de física nas escolas do estado de São Paulo, mas ao mesmo tempo mirando os pontos passíveis de crítica nesses currículos.

É importante mencionar que ao estudarmos a BNCC e o CP de maneira mais crítica, podemos notar vários aspectos passíveis de questionamentos. Embora sejam documentos denominados como norteadores da Educação Básica no nosso país (BNCC) e no estado de São Paulo (CP), eles acabam por exercer um papel de controle e padronização da educação e, conseqüentemente, da atuação docente, conforme apontado nas discussões deste estudo, em diálogo com outras pesquisas.

Gostaríamos de reiterar que a consulta pública realizada para esses documentos se deu de maneira questionável, além disso, a mera consulta não garante que os anseios docentes sejam garantidos na versão final do documento. Fato este que ficou expresso a partir do nosso referencial teórico, apontando para o descontentamento dos professores em relação aos documentos apresentados (Nascimento, 2018).

Outro ponto de atenção, manifestamos que o Currículo Paulista pode se apresentar como um empecilho para a execução de materiais diferentes daqueles determinados pela Seduc-SP, pois há a prescrição, atualmente, de que os professores trabalhem com os slides disponibilizados pela Secretaria. E, também, pela limitação de carga horária disponível para a Formação Geral Básica dentro dos componentes curriculares. Além de que, tal fato também pode incorrer em uma atuação docente com menos autonomia.

Tendo em conta o que discutimos com a SEI elaborada neste trabalho, podemos evidenciar as potencialidades da sequência, tendo em vista uma abordagem mais apropriada sobre a Natureza da Ciência. Mas também identificamos que, de fato, o planejamento adequado de uma abordagem histórica alinhada com os pressupostos da Natureza da Ciência carrega consigo momentos desafiadores.

De modo particular, tais desafios também se colocaram frente ao processo de elaboração da nossa SEI e gostaríamos de destacar alguns que ficaram mais evidentes. A seleção do conteúdo mostra-se realmente como ponto de atenção. Para que não sejam realizadas excessivas omissões, mas ao mesmo tempo, é necessário selecionar esse conteúdo para que não fique excessivamente longo, por dois aspectos: o tempo didático disponível para se tratar os conteúdos; e também a adequação de um material didático para o Ensino Médio.

Nosso trabalho apresenta a História da Ciência, a partir de uma abordagem didática usando o Ensino por Investigação e propõe uma Sequência de Ensino Investigativo. A literatura indica que alguns trabalhos não fornecem encaminhamentos didáticos. Pode-se constatar, com base na experiência pessoal da pesquisadora ao propor a SEI, que realizar uma reconstrução histórica da ciência, ao mesmo tempo em que se está atenta às orientações didáticas a partir de um referencial teórico, não é uma tarefa simples.

Desta forma, concluímos que o produto principal desta pesquisa, a SEI, pode contribuir para o trabalho docente, principalmente daqueles profissionais que atuam na Seduc-SP, devido ao seu alinhamento com o CP. Suprindo a lacuna apontada em nossas discussões em que os trabalhos sobre a História da Ciência, por vezes, não trazem encaminhamentos didáticos. E, por fim, a SEI apresenta-se como material que tem por intuito propiciar uma Educação Básica de qualidade, contribuindo para melhorias no processo de ensino e aprendizagem.

Entendemos que a presente pesquisa não esgota o tema, e que futuras investigações que proponham a aplicação da sequência podem trazer muitas contribuições para a avaliação e adequação dela.

REFERÊNCIAS

- APPLE, M. W. Repensando ideologia e currículo. In: MOREIRA A. F; TADEU T. **Currículo, cultura e sociedade**. São Paulo: Cortez, 2013. p. 49-69
- BAGDONAS, A; ZANETIC, J; GURGEL, I. Quem descobriu a expansão do universo? Disputas de prioridade como forma de ensinar cosmologia com uso da história e filosofia da ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 39, n. 2, e2602, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0257>. Acesso em: 02 ago. 2021.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. Ed. Portugal: Edições -0, 1977. BATISTA, I. L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & educação**. Bauru, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.
- BARROS, M. A; CARVALHO, A. M. P. A História da Ciência iluminando o ensino da visão. **Revista Ciência & educação**. Bauru, v. 5, n. 1, 1998, p.83 - 94. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/bsMxsFJvBgvF7zTtFXWzqqv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 jun. 2023.
- BATISTA, I. L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & educação**. Bauru, v. 10, n. 3, p. 461 - 476, 2004.
- BEZERRA, E. V. L. Física com Martins e Eu: Recordações da história e da obra de Pierre Lucie (1917-2017). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 39, n. 4, e4603, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0098>. Acesso em: 30 jul. 2021.
- BRASIL. Lei n. 12.976, de 4 de abril de 2013. Altera a lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências. Brasília, 2013a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12796.htm. Acesso em: 15 dez. 2021.
- BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- BRASIL. Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 fev. 2017.
- BRASIL. Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 26 jun. 2014. Seção 1, p. 1. Edição Extra.

BRASIL. Medida Provisória Nº 746, de 22 de setembro de 2016. Institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral, altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e a Lei nº 11.494 de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 23 set. 2016.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: < <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>> Acesso em: 20 dez. 2020.

CALDAS, J; LIMA, M. C; e CRISPINO, L. C. B. Explorando História da Ciência na Amazônia: O Museu Interativo da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.], v. 38, n. 4, e4307, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0097>. Acesso em: 02 ago. 2021.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P (org). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, cap. 1, p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s.], p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 11 set. 2022.

CÁSSIO, F; GOULART, D. C. A implementação do Novo Ensino Médio nos estados: das promessas da reforma ao ensino médio nem-nem. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 16, n. 35, p. 285-293, 2022. Disponível em: <https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/1620>. Acesso em: 19 dez. 2023.

CAVALCANTI, F; CARVALHO, C. P. F. O Novo Ensino Médio no Estado de São Paulo: a flexibilização como meio de instrumentalização e adequação do currículo. **Revista Estudos Aplicados em Educação**, São Caetano do Sul, v. 6, n. 12, p. 195-206, 2021. Disponível em: https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_estudos_aplicados/article/view/7885/3644. Acesso em: 23 nov. 2023.

CORDEIRO, M. B; PEDUZZI, L. O. Q. Consequências das descontextualização em um livro didático: uma análise do tema radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.], v. 35, n. 3, 3602, 2013. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Consequences-ofdecontextualizations-in-a-textbook%3A-CordeiroPeduzzi/14f695d276dc2b7f21d10ddbcb85a71290464caf>. Acesso em: 02 ago. 2021.

CURRÍCULO PAULISTA. São Paulo. Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>. Acesso em: 10 de jul. 2023

DAMASIO, F; STEFFANI, M. H. A física nas séries iniciais (2ª a 5ª) do ensino fundamental: desenvolvimento e aplicação de um programa visando a qualificação de professores. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s.l.], v. 30, n. 4, pp. 4503.1-4503.9, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172008000400012>. Acesso em: 04 ago. 2021.

DIAS, V. S; MARTINS, R. A. Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & educação**, [s.l.], v. 10, n. 3, p. 417-430, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QcVb9BJk6C4RycyjBbLLy3d/?format=pdf>. Acesso em: 22 set. 2021

DOS SANTOS JÚNIOR, F. Nunes; NEIRA, M. G. Olhares sobre a proposta de reorganização do currículo do ensino médio na rede estadual paulista. **Revista Internacional de Formação de Professores**, Itapetininga, v. 5, p. 1-19, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rifp/article/view/31>. Acesso em: 18 dez. 2023.

FORATO, T. C.M; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 28, n. 1, p. 27–59, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p27>. Acesso em: 10 jun. 2022.

FORATO, T. C. M. **A Natureza da Ciência Como Saber Escolar**: um estudo de caso a partir da história da luz. 2009, 220 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 1, 2009.

GARCÍA, L. O. et al. Planificando la enseñanza problematizada: el ejemplo de la óptica geométrica em educación secundaria. **Enseñanza De Las Ciencias**, Madrid, v. 2, n. 25, p.277-294, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10045/2781>. Acesso em: 30 jul. 2022.

GATTI, S. R. T; NARDI, R; SILVA, D. A história da ciência na formação do professor de física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente. **Ciência & Educação (Bauru)**, [s. l.]. v. 10, n. 3, p. 491-500, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300012>. Acesso em: 30 jul. 2021.

GIL PÉREZ, M. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhzFw6jD6HFJ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 25 jun. 2022

GIRCOREANO, J. P.; PACCA, J. L. A. O ensino da óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 18, n. 1, p. 26-40, 2001. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6687/6154>. Acesso em: 16 mai. 2023.

HALLIDAY, D; RESNICK, R. **Fundamentos de Física**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 448 p.

HELENE, O.; HELENE, A. F. Alguns aspectos da óptica do olho humano. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 33, n. 3, p. 3312-1 - 3312-8, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/MYN8k3hL6GSCcPzqJ3JXJJt/>. Acesso em: 04 jun. 2023.

HÜLSENDEGER, M. J. V. C. A história da ciência no ensino da termodinâmica: um olhar sobre o ensino de física. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 9, n.2, p. 222-237, jul-dez.3 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090205>. Acesso em: 30 jul. 2021.

LIMA, M. C. A; ALMEIDA, M. José P.M. Articulação de textos sobre nanociência e nanotecnologia para a formação inicial de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 34, n. 4, 4401, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000400019>. Acesso em: 30 jul. 2021.

MACEDO, E. Base Nacional Curricular Comum: Novas formas de sociabilidade produzindo sentidos para a Educação. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, v. 12, n.03, p. 1530-1555, 2014. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/21666>. Acesso em: 22 jan. 2024.

MARQUES, D. M. Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, [s. l.], v. 11, p. 1-17, 2015. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/23020/16717>. Acesso em: 26 out. 2021.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v.24, n.1, p.112-131, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6056/12761>. Acesso em: 22 out. 2022.

MARTINS, R. A; SILVA, C. C. As pesquisas de Newton sobre a luz: Uma visão histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 37, n. 4, 2015. p. 4202-1 - 4202- 32. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/JY8NCgHBqbPp3XDBxwgJMSt/?lang=pt>. Acesso em: 05 jun. 2023.

MATTOS, C; HAMBURGER, A. I. História da ciência, interdisciplinaridade e ensino de física: o problema do demônio de Maxwell. **Ciência & Educação (Bauru)**, [s. l.], v. 10, n. 3, pp. 477-490, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300011>. Acesso em: 02 ago. 2021.

MONTEIRO, M. M; MARTINS, A. F. P. História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 37, n. 4, pp. 4501-1-4501-9, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11173741919>. Acesso em: 04 ago. 2021.

MOREIRA A. F; TADEU T. Sociologia e teoria crítica do currículo: uma introdução. In_____. **Currículo, cultura e sociedade**. São Paulo: Cortez, 2013. p. 13-47

MOURA, B. A. Isaac Newton e a dupla refração da luz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 36, n. 4, pp. 01-15, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000400021>. Acesso em: 04 ago. 2021.

NASCIMENTO, R.R. **CURRÍCULO E A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: o processo de implementação na rede estadual paulista**. 2020. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Matemática) - Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2020.

OLIVEIRA, C. M.; KRACHINSCKI, J. M. A.; FONTANA, F. A Invenção dos Óculos Dimensionada por um Contemporâneo Olhar acerca da Ciência. **Revista Florestan**, [s. l.], p. 163-192, 2019. Disponível em: https://www.revistaflorestan.ufscar.br/index.php/Florestan/article/view/221/pdf_115. Acesso em: 14. jun. 2023.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia & Astrofísica**. 4. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017. 614 p.

OLIVEIRA, N. A. C.; CARVALHO NETO, J. T. . A História da Ciência e o Ensino de Física: O que apontam as produções. In: **XIX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2022, Belo Horizonte. Anais do XIX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2022. Disponível em: <https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epef/xix/sys/resumos/T0330-1.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2023.

ORTEGA, D; e MOURA, B. A. Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 42, e20190114, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0114>. Acesso em: 02 ago. 2021.

PAGLIARINI, C. R. **Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio**. Dissertação de Mestrado. Instituto de física da Universidade de São Paulo/São Carlos, 2007.

PASSOS, J. C. Os experimentos de Joule e a primeira lei da termodinâmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 3603.1-3603.8, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000300013>. Acesso em: 02 ago. 2021.

PERONI, V. M. V; CAETANO, M. R. O público e o privado na educação: projetos em disputa? **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 9, n. 17, p. 337-352, jan/jun, 2015. Disponível em: <https://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/584/658>. Acesso em: 04 abr. 2024.

PIFER, A; AURANI, K. M. A teoria analítica do calor de Joseph Fourier: uma análise das bases conceituais e epistemológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 37, n. 1, 1603, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11173711681>. Acesso em: 04 ago. 2021.

PORTO, C. M. A física de Aristóteles: uma construção ingênua?. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 31, n. 4, p. 4602-4609, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000400019>>. Acesso em: 02 ago. 2021.

PRAXEDES, G; PEDUZZI, L. O. Q. Tycho Brahe and Kepler in the High School: a contribution to the use of two articles in class. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 3601.1-3601.10, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009005000001>. Acesso em: 30 jul. 2021.

PREVATO, G. C. **O NOVO ENSINO MÉDIO E A OFERTA DOS ITINERÁRIOS FORMATIVO NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS**. 2023. Dissertação (Pós-Graduação em Ensino em Ciências e Matemática) - Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação, Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2023.

REDE ESCOLA PÚBLICA E UNIVERSIDADE (REPU). **Substituição de livros do PNLD por slides digitais na rede estadual de São Paulo** [Nota Técnica]. São Paulo: REPU, 15 ago. 2023. Disponível em: <https://www.repu.com.br/notas-tecnicas>. Acesso em: 29 out. 2023.

REDE ESCOLA PÚBLICA E UNIVERSIDADE (REPU). **Não podemos admitir novos retrocessos no ensino médio brasileiro** [Nota Técnica]. [s.l.], 05 dez. 2023. Disponível em: <https://www.repu.com.br/notas-tecnicas>. Acesso em: 15 jan. 2023.

RIBEIRO, J. L. P. O Sonho de Johannes Kepler: uma tradução do primeiro texto de hard sci-fi. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 40, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0175>>. Acesso em 02 ago., 2021.

RIBEIRO, J. L. P. “Sobre as cores” de Isaac Newton - uma tradução comentada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 39, n. 4, e4604, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0307>. Acesso em: 30 jul. 2021.

RIBEIRO, J. L. P. Cosmográficos: representando o espaço ao longo do tempo. Tradução livre do autor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 38, n. 04, e4801, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0307>. Acesso em: 02 ago. 2021.

ROBILOTTA, M. R. O Cinza, o Branco e o Preto – da relevância da História da Ciência no ensino da Física. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, Florianópolis, v.5, (número especial), p.07-22, jun. 1988. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10071>. Acesso em: 06 ago. 2021.

ROCHA J. F. **Origens e evolução das ideias da física**. 2. ed. Salvador: EDUFBA, 2015. 374 p.

ROCHA, N. F. E; PEREIRA, M. Z. da C. A prosopopeia da base nacional comum curricular e a participação docente. **Horizontes**, v. 36, n.1, p. 49–63, 2018. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/575/259>. Acesso em: 04 abr. 2024.

RODRIGUES, E. V; ZIMMERMANN, E; HARTMANN, A. M. Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia. **Ciência & Educação**, [s. l.], v. 18, n. 3, pp. 503-525, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000300002>. Acesso em: 30 jul. 2021.

SÃO PAULO. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Currículo Paulista Etapa Ensino Médio. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2021.

SASSERON, L. H. Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 18, n.3, set./dez. 2018 p. 1061-1085. Disponível: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833/3034>. Acesso em: 15 ago. 2022.

SILVA, B. V. C. Discutindo modelos de visão utilizando a história da ciência. **HOLOS**, [s. l.], v. 3, p. 180-190, 2009. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/c766fc59569319b00ec9cd826bcec44e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1356374>. Acesso em: 8 abr. 2023.

SILVA, F. S; CATELLI, F. Os modelos na ciência: traços da evolução histórico-epistemológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 41, n. 4, e20190029, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0029>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SILVA, L. C. M; SANTOS, W. M. S; DIAS, P. M. C. A carga específica do elétron: um enfoque histórico e experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 33, n. 1, 1601, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100023>. Acesso em: 30 jul. 2021.

SOARES, R. R; BORGES, P. F. O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 32, n. 2, 2501, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000200012>. Acesso em: 02 ago. 2021

SOLINO, A. P., FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas. In: **XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF**. 2015, Maresias/SP. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276295141_ENSINO_POR_INVESTIGACAO_COMO_ABORDAGEM_DIDATICA_DESENVOLVIMENTO_DE_PRATICAS_CIENTIFICAS_ESCOLARES. Acesso em: 17 out. 2022.

SORPRESO, T. P; ALMEIDA, M. J. P. M. Discursos de licenciandos em física sobre a questão nuclear no ensino médio: foco na abordagem histórica. **Ciência & Educação**, [s. l.], v. 16, n. 1, pp. 37-60, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000100003>. Acesso em: 02 ago. 2021.

SOUZA, R. S; SILVA, A. P. B; ARAUJO, T. S. James Prescott Joule e o equivalente

mecânico do calor: reproduzindo as dificuldades do laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 36, n. 3, 3309, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000300009>. Acesso em: 04 ago. 2021.

TORT, A.C. e NOGAROL, F. Revendo o debate sobre a idade da Terra. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 35, p. 1-9, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172013000100026>. Acesso em: 04 ago. 2021.

TOZONI-REIS, M. F. de C. **Metodologia de Pesquisa**. [S.l.]: IESDE BRASIL SA, 2008.

VIEIRA, P. C; MASSONI, N. T; AALVEZ-BRITO, A. O papel de Cecilia Payne na determinação da composição estelar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 43, e20210028, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0028>. Acesso em: 02 Ago. 2021.

VITAL, A; GUERRA, A. A implementação da história da ciência no ensino de física: uma reflexão sobre as implicações do cotidiano escolar. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte, v.19, ed. 2780, p. 1-21, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/Sz7pLxFjRLn7bxD8VqgztZd/>. Acesso em: 28 set. 2021.

VITAL, A; GUERRA, A. Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção da história da ciência no ensino. **Ciência & Educação**, [s. l.], v. 22, n. 2, p. 351-370, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160020006>. Acesso em: 02 ago. 2021.