



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO EM FÍSICA
CAMPUS JARAGUÁ DO SUL**

**CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA:
ESTUDO DE UMA COLEÇÃO DO PNLD**

**Acadêmica: Sarah Orthmann Tavernard de Alencar
Orientador: Dr. Luiz Henrique Martins Arthury**

Jaraguá do Sul
Dezembro de 2017

**CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA:
ESTUDO DE UMA COLEÇÃO DO PNLD**

SARAH ORTHMANN TAVERNARD DE ALENCAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – câmpus Jaraguá do Sul Centro, como requisito parcial à obtenção de grau de licenciada em Ciências da Natureza com habilitação em Física.

*“The mind, once expanded to the dimensions of larger ideas,
never returns to its original size.”*

O. W. Holmes

AGRADECIMENTOS

Neste trabalho, é indispensável que meu primeiro agradecimento seja a meu orientador, professor Luiz Arthury. Não só pelo acompanhamento nessa pesquisa, mas por me propiciar o desenvolvimento de um olhar preocupado e atento a questões relativas a História e Filosofia da Ciência, assim como por demonstrar sempre seu comprometimento e paixão pela Ciência e o quanto a curiosidade e o interesse são questões essenciais à docência em Física. Principalmente, por confiar em minha competência para a realização dessa pesquisa, quando até mesmo eu não o fazia. O segundo agradecimento vai a todos os professores presentes em minha formação, que muito me ensinaram para além do conteúdo programático das unidades curriculares, e sempre estiveram dispostos a desempenhar esforços extra que se fizessem necessários para contribuir para minha formação. Professores, esses, que me ensinaram não apenas como ser professora, mas como ser alguém, uma pessoa, um ser humano. Cada docente que fez parte de minha formação teve sua parcela essencial, que carregarei sempre comigo em minhas futuras práticas como docente. Gostaria, aqui, de destacar três nomes: Luiz Fernando Morescki, Jaison da Maia e Catia Barp, pessoas maravilhosas que tenho a honra de levar como, além de inspiração profissional, amigos. O próximo agradecimento vai às duas pessoas que, fora do IFSC, deram-me apoio incondicional, fazendo com que eu jamais perdesse o chão mesmo frente a inúmeras crises que certamente não foram fáceis de se acompanhar: meu namorado Marcos, e minha mãe, que foi quem sempre manteve meus horizontes abertos. Também aos meus colegas e amigos do IFSC, que tornaram a rotina muito mais prazerosa e suportável, mesmo nos fins de semestre. Tenho certeza de que cada um que esteve ao meu lado nessa caminhada sabe o quanto foi especial e merece ser lembrado, aqui. Por fim, agradeço à educação pública e de qualidade a oportunidade de minha formação, que não seria possível de outra maneira, e a todos os brasileiros que, através de impostos, financiaram e possibilitaram a tal formação para mim e várias outras pessoas.

RESUMO

Este trabalho é uma pesquisa em Ensino de Física, assim como Ensino de Ciências, que realizou estudos na área de História e Filosofia da Ciência (HFC). Tendo em vista as contribuições de tal área para o Ensino de Ciências a partir do referencial teórico que indica a importância do desenvolvimento de uma compreensão sobre a natureza da Ciência neste, assim como o papel desempenhado pelo Livro Didático na realidade escolar brasileira, o objetivo da pesquisa foi de analisar as concepções de Ciência presentes em livros didáticos de Física para o Ensino Médio inclusos no guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018. Através, então, de uma pesquisa de natureza qualitativa, descritiva e bibliográfica, foi desenvolvido um roteiro de análise como instrumento de coleta, utilizado para analisar o guia do PNLD de 2018 e a coleção “Física”, de Bonjorno et al. (2016), escolhida por ter sido a coleção mais distribuída no ciclo anterior do programa. Foram identificados alguns critérios do PNLD que contemplam a abordagem histórico-filosófica da Ciência, principalmente como uma maneira de contextualização para o Ensino de Física. Tendo como base as concepções inadequadas da atividade científica descritas por Gil-Pérez et al. (2001), que devem ser, então, evitadas no Ensino de Ciências, puderam ser identificados trechos de oposição a tais concepções (algo, então, desejável para o ensino) e de aproximação a tais concepções na coleção analisada. Dentre os três volumes da obra, foram selecionados 156 trechos que abordam a atividade científica, analisados em 372 categorizações, que expressaram, em maioria, oposições às concepções adequadas. Percebem-se, então, aspectos positivos na abordagem da natureza da Ciência na coleção analisada, assim como aspectos que podem ser melhorados – principalmente uma maior discussão relacionada a algumas das concepções inadequadas, muitas vezes transmitidas através de omissão. A resenha para tal obra presente no guia PNLD 2018 não faz referência direta à abordagem da natureza da Ciência em tal coleção, impossibilitando relacionar diretamente a análise da presente pesquisa com a análise do programa. Por fim, evidencia-se a importância da mediação docente no uso de ferramentas didáticas como livros didáticos, assim de uma pesquisa mais ampla que envolva todas as coleções do PNLD.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; História e Filosofia da Ciência; Ensino de Ciências; Ensino de Física; Manuais didáticos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. Justificativa.....	9
1.2. Objetivo	12
1.3. Problema e Questões de Pesquisa.....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1. História e Filosofia da Ciência (HFC) e o Ensino de Ciências.....	14
2.2. Concepções de Ciência	18
2.2.1. Concepção empirico-indutivista e ateórica.....	19
2.2.2. Concepção rígida (algorítmica, exata e infalível).....	20
2.2.3. Concepção aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada).....	21
2.2.4. Concepção exclusivamente analítica	22
2.2.5. Concepção acumulativa e de crescimento linear	22
2.2.6. Concepção individualista e elitista	23
2.2.7. Concepção descontextualizada e socialmente neutra	24
2.3. A (não-)efetivação da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Ciências.....	25
2.4. Livros didáticos.....	27
2.4.1. Concepções de Ciência em livros didáticos	29
3. METODOLOGIA.....	32
3.1. Pesquisa-piloto.....	39
4. ANÁLISE E RESULTADOS.....	43
4.1. Análise das obras	44
4.1.1. Análise geral.....	44
4.1.1.1. Livro 1.....	45
4.1.1.2. Livro 2.....	50
4.1.1.3. Livro 3.....	52
4.1.2. Análise da presença das concepções inadequadas nos trechos analisados.....	59
4.1.2.1. Concepção empírico-indutivista	61
4.1.2.2. Concepção ateórica	63
4.1.2.3. Concepção rígida	65
4.1.2.4. Concepção aproblemática	68
4.1.2.5. Concepção ahistórica	69
4.1.2.6. Concepção exclusivamente analítica	70

4.1.2.7.	Concepção acumulativa e de crescimento linear	72
4.1.2.8.	Concepção individualista	74
4.1.2.9.	Concepção elitista	77
4.1.2.10.	Concepção socialmente neutra	78
4.2.	Análise do Guia PNLD 2018	81
4.2.1.	Análise geral dos textos do guia PNLD 2018.....	81
4.2.2.	Análise dos critérios do PNLD 2018.....	83
4.2.3.	Análise da resenha do PNLD para a obra analisada.....	86
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
	REFERÊNCIAS	93
	APÊNDICE A.....	99
	APÊNDICE B.....	112
	APÊNDICE C.....	124
	APÊNDICE D.....	144

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa se insere na área de Ensino de Física, assim como de Ensino de Ciências. Nesta área, realiza estudos no campo já consolidado de História e Filosofia da Ciência (HFC) com o objetivo de analisar a abordagem da natureza da Ciência em livros didáticos, entendendo o papel que os mesmos desempenham na realidade da educação brasileira, assim como a importância da educação científica propiciar uma compreensão mais adequada acerca da natureza da Ciência. Mais especificamente, foram analisados livros didáticos de Física para o ensino médio presentes no guia de livros didáticos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), de 2018.

Para estruturar tal pesquisa, o presente trabalho se organiza da seguinte forma: primeiramente, é apresentada a justificativa, trazendo elementos e autores da área que sinalizam a importância da natureza da Ciência para o Ensino de Ciências, tema já amplamente estudado. Aqui, justifica-se também o recorte para livros didáticos de Física do PNLD, entendendo-os como ferramentas determinantes na realidade brasileira do Ensino de Física. Depois da justificativa, são apresentados, de forma esquemática, o objetivo, o problema de pesquisa e as questões de pesquisa, elementos que nortearam todo o trabalho desenvolvido.

Tendo determinado o problema de pesquisa e as questões de pesquisa, é desenvolvida, então, a fundamentação teórica que serve de embasamento para a pesquisa. Esta se estrutura em diferentes seções: primeiramente, “A História e Filosofia da Ciência (HFC) e o Ensino de Ciências” vai tratar de como se constitui a HFC como campo de estudo, para então apresentar as contribuições que esse campo pode ter para o Ensino de Ciências e as relações que podem ser estabelecidas, com base em trabalhos de pesquisadores da área. Entendendo a principal contribuição do uso da HFC no Ensino de Ciências como o desenvolvimento de uma concepção mais adequada sobre a natureza da Ciência. A próxima seção da fundamentação teórica, “Concepções de Ciência”, apresenta diferentes concepções inadequadas da atividade científica, apontando então aspectos essenciais à natureza da Ciência que constituem uma concepção mais atual e adequada. A próxima seção, “A (não-)efetivação da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Ciências”, vai apresentar diferentes trabalhos que denunciam uma dicotomia teórica e prática da inserção de conteúdos de HFC no Ensino de Ciências. Aponta, então, algumas das dificuldades encontradas na transposição

destes conteúdos para a prática, sendo uma delas a falta de materiais didáticos adequados para essa abordagem. Isso conduz à próxima seção, “Livros Didáticos”, onde discute-se o que são os livros didáticos e seus impactos na educação, assim como apresenta-se o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) como política pública determinante na distribuição destes materiais, para então a próxima seção, “Concepções de Ciência em Livros Didáticos”, preocupa-se em apresentar trabalhos da área que denunciaram algumas deficiências em análises previamente realizadas de livros didáticos das últimas décadas.

Encerrada a fundamentação teórica, é apresentada a metodologia proposta pela pesquisa. Aqui, esta é classificada em termos de sua natureza, área do conhecimento, objetivo e seus métodos. Apresenta-se, então, como se deu a operacionalização da pesquisa, pensando nas fontes de informação e no instrumento de coleta de dados, assim como, brevemente, as alterações feitas na categorização por conta da realização de uma pesquisa piloto.

A partir de então, são apresentadas as análises e resultados obtidos pela pesquisa, de acordo com as questões de pesquisa proposta. Assim, primeiramente é apresentada a análise, propriamente, da coleção selecionada para tal, para então ser realizada uma análise do guia PNLD 2018 e serem apresentadas, por fim, as considerações finais.

1.1. Justificativa

A pesquisa em Ensino de Física, assim como a pesquisa em Ensino de Ciências, é uma área consolidada nas pesquisas em educação no Brasil. No entanto, suas preocupações e metodologias são diversas, conforme apontam Nardi e Almeida (2007): “embora pareça haver consenso quanto à existência da área [de estudos e pesquisas em Ensino de Ciências] entre os que se consideram desse campo, o mesmo não parece ocorrer em relação à natureza do que e de como pesquisar” (NARDI & ALMEIDA, 2007, p. 215). Isso é um reflexo do próprio Ensino de Ciências.

Nesse sentido, é pertinente trazer à luz as ideias de Lederman (1992) acerca do Ensino de Ciências, segundo o qual embora o currículo de Ciência varie bastante em diferentes locais (países,

estados, cidades e escolas), não existindo um consenso sobre os conteúdos e conceitos específicos que devem ser incluídos ou sobre as metodologias e estratégias de ensino que devam ser utilizadas,

[...] parece haver forte concordância em pelo menos um dos objetivos da instrução de Ciências. O desenvolvimento de uma “compreensão adequada sobre a natureza da Ciência” ou uma compreensão de “Ciência como uma maneira de conhecer” continua sendo convincentemente defendido como um resultado desejado na instrução de Ciências (LEDERMAN, 1992, p. 331).¹

Em suma, pode-se resumir essa ideia nas palavras de Köhnlein e Peduzzi (2002), que apontam que “propiciar uma visão mais atual sobre a natureza da Ciência deve ser uma importante meta do currículo de Ciências” (KÖHNLEIN & PEDUZZI, 2002, p. 1).

Torna-se evidente, então, a pertinência de pesquisas na área de ensino que se preocupem com as relações entre natureza da Ciência e Ensino de Física e Ciências. Em outras palavras, é necessário que conteúdos de Filosofia da Ciência, que fazem sentido, se mesclam e se completam com o campo da História da Ciência, sejam trabalhados e estejam imersos na realidade da educação básica em Ciências, contribuindo para a compreensão dos procedimentos de obtenção de conhecimento científico, da natureza da Ciência, das concepções de Ciência². Este uso de História e Filosofia da Ciência (HFC) em sala de aula já é amplamente defendido em pesquisas da área. Alguns trabalhos que argumentam a favor dessa abordagem são: Matthews (1988, 1994 e 1995); Zanetic (1989); Gil-Pérez (1993); Rutherford & Ahlgren (1995); Peduzzi (2001); Sereglou & Koumaras (2001); Silva, 2006 - especialmente El-Hani (2006) e Martins (2006) - e Nardi (2007) - especialmente Batista (2007).

Nas próximas páginas, serão apresentados em maior detalhe tais argumentos e a contribuição que a HFC pode ter na educação. Um deles é apresentado por Matthews (1995), sinalizando a possibilidade de dar sentido às idealizações tão presentes na Ciência, sobretudo no contexto escolar:

A história e a filosofia podem dar às idealizações em Ciência uma dimensão mais humana e compreensível e podem explicá-las como artefatos dignos de serem apreciados por si mesmos. Isto é importante para os estudantes que estão sendo apresentados ao “mundo na

¹ Tradução livre da autora.

² Aqui serão usadas, principalmente, a expressão “natureza da Ciência”, assim como concepções de Ciência, para falar “sobre o que é a construção do conhecimento científico e sobre o próprio trabalho científico” (GIL-PÉREZ et al., 2001, p. 128).

Ciência”. A incapacidade de apreciar o que exatamente é a idealização, e o que não é, tem sido a base de muita crítica anti-científica. (MATTHEWS, 1995, p. 184).

Muito embora pareça haver um consenso, ao menos em nível teórico, da inserção de conteúdos de HFC - abordando a natureza da Ciência - no Ensino de Ciências, isso não reflete em sala de aula, conforme apontam Köhnlein & Peduzzi (2005):

Embora pareça indispensável promover a reflexão filosófica no ensino de Ciências, a Filosofia da Ciência contemporânea, em geral, não se faz presente nos livros didáticos, em sala de aula, na bagagem cultural dos professores e nos currículos dos cursos de formação de professores da área de Ciências. O contexto escolar continua praticamente restrito a uma única concepção de Ciência: a empírico-indutivista. (KÖHNLEIN & PEDUZZI, 2005, p. 36).

Dentro do contexto de pesquisas que se preocupam em investigar especificamente as concepções de Ciência no ensino, diferentes trabalhos foram desenvolvidos, tendo como um dos pioneiros a pesquisa de Wilson (1954), que já apontava para estudantes com uma concepção empirista-indutivista da Ciência. Köhnlein e Peduzzi (2002), em um trabalho ainda anterior ao supracitado, demonstram a insustentabilidade desta concepção, configurando-se como uma visão deformada da atividade científica e pouco atual. Neste mesmo trabalho, os autores denunciam que:

A concepção empirista-indutivista é, de fato, a que prevalece em um expressivo número de docentes, independente do seu nível de atuação, como mostram vários trabalhos que têm investigado as concepções de professores sobre a natureza da Ciência (KÖHNLEIN & PEDUZZI, 2002, p. 7).

Em trabalhos mais recentes, Moul et al. (2016) analisaram a concepção de Ciências dos estudantes concluintes do 3º ano do Ensino Médio, onde é percebida “uma visão reducionista e dogmática nas respostas dos estudantes, apontando um cientista livre de influências do meio externo, trancado em seu laboratório com experimentos que levam a velozes descobertas” (MOUL et al., 2016, p. 3871). Pires, Saucedo & Malacarne (2017) identificaram também uma visão empirista-indutivista em estudantes concluintes do curso superior de Pedagogia do Paraná. Por fim, vale mencionar a investigação feita por Silva (2016) com professores de Física de Jaraguá do Sul, cidade onde é realizado o presente trabalho, em que

A principal identificação que pudemos fazer, aliados principalmente à filosofia da Ciência de Karl Popper, foi a preocupante indicação de que as concepções dos professores entrevistados estão fortemente relacionadas às concepções indutivistas ingênuas da atividade científica. (SILVA, 2016, p. 81)

Desta forma, é evidente o quanto a natureza da Ciência no ensino é e deve ser uma preocupação atual das pesquisas da área.

Essa preocupação norteia o presente trabalho, direcionando-a à abordagem da natureza da Ciência em livros didáticos de Física do Ensino Médio. Esse direcionamento se justifica pelo apontamento de Custódio e Pietrocola (2004), segundo os quais os livros didáticos são "o instrumento mais utilizado pelos professores de Física do Ensino Médio na preparação de aulas, o que caracteriza uma vinculação parcial (às vezes total) entre os conteúdos ensinados e aqueles propostos nos programas" (CUSTÓDIO & PIETROCOLA, 2004, p. 384).

Assim, torna-se pertinente uma análise da maneira com que livros didáticos de Física presentes no Guia do Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio mais recente (2018), que atinge todas as escolas públicas do país, apresentam a natureza da atividade científica. Tal análise pode subsidiar reflexões sobre a temática na atualidade e sobre as preocupações e cuidados que os professores devem ter ao selecionar um livro didático e ao utilizá-lo em sua prática docente e que autores devem ter ao desenvolver um material didático.

1.2. Objetivo

O objetivo que norteia a pesquisa proposta é analisar as concepções de Ciência possivelmente presentes em livros didáticos de Física para o Ensino Médio inclusos no guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018.

1.3. Problema e Questões de Pesquisa

O objetivo do trabalho pode ser, então, expresso em forma de um problema de pesquisa, constituído por uma pergunta que se pretende responder ao fim desta pesquisa, qual seja:

Como é abordada a natureza da Ciência em livros didáticos de Física para o Ensino Médio?

A partir do problema de pesquisa proposto, faz sentido apresentar questões que nortearam o trabalho no sentido de responder à pergunta mais ampla presente no problema de pesquisa. Ou seja, responder às perguntas presentes nestas questões é o que dará condições ao trabalho de responder o problema. São estas:

- *Como (e se) os critérios do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) abordam a natureza da Ciência?*
- *Como podem ser categorizadas as abordagens encontradas em livros didáticos de Física no que diz respeito à natureza da Ciência?*
- *Qual a relação que pode ser estabelecida entre a análise dos livros didáticos proposta pela presente pesquisa e a análise presente no guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)?*

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica está separada em seções para maior organização do trabalho. São estas, respectivamente: “História e Filosofia da Ciência (HFC) e o Ensino de Ciências”; “Concepções de Ciência”; “A (não-)efetivação da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Ciências” e, por fim, “Livros didáticos”.

2.1. História e Filosofia da Ciência (HFC) e o Ensino de Ciências

Antes de iniciar um debate sobre a importância do uso da História e da Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Ciências e suas contribuições para a aprendizagem de competências relacionadas à alfabetização científica³, é pertinente expor algumas ideias do que é, essencialmente, esse campo de estudo.

Afonso-Godfarb (2004) realiza uma introdução à História da Ciência esclarecendo que a compreensão de tal expressão não pode ser dada pela simples junção de significados dos termos “história” e “Ciência”, separadamente, e então colocados juntos. Elucida, então, as íntimas relações da História da Ciência com a filosofia, desde o seu início. A História da Ciência se inicia e se dá por meio de debates e disputas entre ideias do que é a própria Ciência – e aqui se exprime a dimensão filosófica que permeia o campo. Nesse sentido, cabe trazer à luz a ideia do epistemólogo Imre Lakatos, que evidencia as relações entre História e Filosofia da Ciência: “*A filosofia da Ciência sem a história da Ciência é vazia; a história da Ciência sem a filosofia da Ciência é cega*”

³ A alfabetização científica pode ser entendida de diversas maneiras, constituindo, inclusive, um complexo campo de estudo dentro da pesquisa em Ensino de Ciências. É reconhecida a amplitude deste termo que, no entanto, não será abordada por estar muito longe dos objetivos deste trabalho. Assim, torna-se suficiente dizer que o uso de tal termo baseia-se nas ideias de Sasseron e Carvalho (2011) segundo as quais o mesmo pode ser entendido por meio de três eixos estruturantes: **a) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; b) compreensão da natureza das Ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática;** e c) entendimento das relações entre Ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

(Lakatos, 1983, p. 107). É por essas relações que, neste trabalho, optou-se pela inclusão de Filosofia em tal expressão – História e Filosofia da Ciência (HFC).

A História e Filosofia da Ciência como campo, então, vai se preocupar em reconstruir de maneira racional a forma como se dá e como se deu historicamente o desenvolvimento da Ciência. Vai refletir e indicar os fatores internos da Ciência e externos a ela que influenciaram e determinaram sua história, em termos mais amplos. Lakatos indica como esses aspectos se relacionam, trazendo uma ênfase para a importância dos fatores internos da atividade científica:

A história da Ciência sempre é mais rica que sua reconstrução racional. Entretanto a reconstrução racional ou história interna é o principal; a história externa é secundária posto que os problemas mais importantes da história externa são definidos pela história interna (LAKATOS, 1989, p.154).

É possível caracterizar a HFC, então, como um campo que vai trazer um olhar mais sofisticado à Ciência, enxergando-a de forma contextualizada, constituindo-se como um corpo complexo de estudo que oferece uma compreensão mais ampla sobre a atividade científica e a Ciência como um todo. Desta maneira, torna-se pertinente refletir sobre as relações (reais ou possíveis) entre este campo e o Ensino de Ciências.

Conforme aponta Silva (2006), o surgimento da discussão dessas relações entre HFC e ensino ocorre em vista da crise no Ensino de Ciências, quando novas metodologias, enfoques, perspectivas e conteúdos foram sendo debatidos como possibilidades de solução para tal problemática. É neste contexto que a HFC ganha atenção como conteúdo ou enfoque pertinente para o Ensino de Ciências. Há décadas, já há um consenso sobre a importância do uso da mesma no ensino, onde vários autores discutem as suas contribuições para a aprendizagem de Ciências.

Uns dos pioneiros nesta discussão são Gagliardi & Giordan, apontando, em seus estudos, que:

A História da Ciência pode mostrar em detalhe alguns momentos de transformação profunda da Ciência e indicar quais foram as relações sociais, econômicas e políticas que entraram em jogo, quais foram as resistências à transformação e que setores trataram de impedir a mudança. Essa análise pode dar as ferramentas conceituais para que os alunos compreendam a situação atual da Ciência, sua ideologia dominante e os setores que a

controlam e que se beneficiam da atividade científica (GAGLIARDI & GIORDAN, 1986, p. 254).⁴

Ainda nesse sentido, podemos trazer à luz as ideias de Matthews (1995), que aponta as contribuições da HFC frente à crise do Ensino de Ciências e o analfabetismo em Ciências:

A história, a filosofia e a sociologia da Ciência não têm todas as respostas para essa crise [no Ensino de Ciências], porém possuem algumas delas: podem humanizar as Ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de Ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para a superação do "mar de falta de significação" que se diz ter inundado as salas de aula de Ciências [...]; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da Ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de **maior compreensão da estrutura das Ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas** (MATTHEWS, 1995, p. 165; grifo nosso).

Depois de Matthews, diversos pesquisadores da área de Ensino de Ciências, sobretudo no Brasil, passaram a se preocupar e se interessar pelas contribuições que o uso da HFC pode trazer à educação científica⁵. Conforme apontam Teixeira, Greca e Freire Jr.: “São vários os argumentos em favor do uso da HFC no Ensino de Ciências, tais como, melhor compreensão de conceitos, **visão mais crítica sobre a Ciência**, maior motivação dos alunos para o estudo das Ciências, dentre outros” (TEIXEIRA, GRECA & FREIRE JR, 2012, p. 18; grifo nosso).

Nesse sentido, Martins (2006) desenvolve um notável trabalho sobre a temática, trazendo uma compilação dos usos da HFC na educação. Em seu trabalho, o autor sinaliza que:

O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as interrelações entre Ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a Ciência não é uma coisa isolada de todas as outras mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando por sua vez muito aspectos da sociedade (MARTINS, 2006, p. XVII).

Este mesmo estudo, continua o autor,

[...] também permite perceber o processo social (coletivo) e gradativo de construção do conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da Ciência, seus procedimentos e suas limitações - o que contribui para a formação de um espírito crítico e desmitificação do conhecimento científico, sem no entanto negar seu valor (MARTINS, 2006, p. XVIII).

⁴ Tradução livre da autora.

⁵ Estes trabalhos já foram mencionados na justificativa do presente projeto (p. 7).

Por fim, o estudo adequado de episódios históricos da Ciência permite também “compreender que a Ciência não é o resultado da aplicação de um ‘método científico’ que permita chegar à verdade” (MARTINS, 2006, p. XIX). Martins denuncia que não estudar importantes aspectos da história da Ciência “dá a falsa impressão de que a Ciência é algo atemporal, que surge de forma mágica e que está à parte de outras atividades humanas” (MARTINS, 2006, p. XVIII). Assim, enfatiza-se que não abordar aspectos históricos na educação científica transmite, por omissão, concepções inadequadas ou deformadas da atividade científica, que não correspondem ao que se sabe sobre a construção do conhecimento científico, o que será explorado em maior detalhe na próxima seção.

As contribuições do uso da história da Ciência no ensino apontadas por Martins (2006) podem ser resumidas em dois aspectos: 1) auxiliar o próprio aprendizado dos conteúdos científicos e 2) ajudar a transmitir uma visão mais adequada sobre a natureza da Ciência que, por sua vez, traz alguns benefícios sobre os quais comenta o autor:

Uma visão mais adequada e bem fundamentada da natureza das Ciências, de sua dinâmica, de seus aspectos sociais, de suas interações com o seu contexto, etc., certamente trará consequências importantes. O trabalho científico deve ser respeitado mas não venerado (nem desprezado). Colocado em suas reais dimensões, poderá tanto despertar vocações em jovens, quanto suscitar da sociedade o apoio que merece, em suas devidas proporções. (MARTINS, 2006, p. XX).

Nesse sentido, Batista (2007) também, em seu trabalho, apresenta as contribuições do uso da HFC do ponto de vista epistêmico e ontológico:

Conhecer a evolução das ideias, dos problemas e de suas soluções na Ciência é conhecer um processo de construção interdisciplinar de explicações; Entender o objetivo da Ciência é essencialmente entender a capacidade de resolver problemas e de identificá-los, de criar inovações e ainda de entender quais são os domínios e os objetos de estudo de cada Ciência; Aprender que uma concepção teórica está inserida em um contexto epistêmico e histórico e sujeita a tradições de pesquisa; Conhecer uma Ciência é conhecer os caminhos metodológicos adotados nas pesquisas daquela área. (BATISTA, 2007, p. 260)

As ideias de trabalhos acima apresentadas demonstram que propiciar uma compreensão sobre a natureza da Ciência é a principal contribuição do uso da História e Filosofia da Ciência na educação. Conforme aponta Martins (2006), “O estudo histórico de como um cientista realmente desenvolveu sua pesquisa ensina mais sobre o real processo científico do que qualquer manual de metodologia científica” (MARTINS, 2006, p. XIX). Além disso, este estudo “[...] é insubstituível

na formação de uma concepção adequada sobre a natureza das Ciências, suas limitações, suas relações com outros domínios” (MARTINS, 2006, p. XX).

A seção a seguir vai, então, buscar apresentar algumas ideias e concepções de Ciência, trazendo aspectos chave da construção do conhecimento científico que constituem uma concepção adequada sobre a natureza das Ciências, sinalizada por Martins (2006).

2.2. Concepções de Ciência

Descrever, essencialmente, o que é uma concepção de Ciência adequada – no sentido de contemplar o que se sabe sobre a atividade científica – não é uma atividade trivial. Desempenhá-la pode, inclusive, resultar em uma ideia errônea, simplista e fechada de que existe um método na atividade científica. Torna-se pertinente, então, fazer o caminho inverso: pensar em concepções da atividade científica que *não são adequadas* e que devem, portanto, ser evitadas no ensino. É isso que o estudo de Gil-Pérez et al. (2001) realiza com primazia, construindo, com forte embasamento teórico de epistemólogos e através de trabalhos com grupos de professores, as mais comuns concepções que envolvem uma imagem deformada da atividade científica. Outros trabalhos (como Cachapuz et al., 2005) compartilham dessa perspectiva, baseando-se nas categorias de Gil-Pérez et al. (2001). As mesmas serão, então, o norte para a discussão da natureza da Ciência na presente pesquisa, também servindo como base para a análise de livros didáticos a que esta se propõe. Harres (1999) também faz um estudo acerca de Concepções da Natureza da Ciência, onde aponta que:

As CNC [Concepções sobre a Natureza da Ciência] inadequadas dos estudantes mais comuns encontradas incluem, entre outros aspectos: a consideração do conhecimento científico como absoluto; a idéia de que o principal objetivo dos cientistas é descobrir leis naturais e verdades; lacunas para entender o papel da criatividade na produção do conhecimento; lacunas para entender o papel das teorias e sua relação com a pesquisa; incompreensão da relação entre experiências, modelos e teorias (HARRES, 1999, p. 198).

Estas concepções inadequadas denunciadas por Harres (1999) serão retomadas a seguir, incluindo-as nas categorias de Gil-Pérez et al. (2001) de visões⁶ deformadas acerca da atividade

⁶ Em seu trabalho, os autores utilizam, por vezes, a palavra “visão” e, por outras, a palavra “concepção” para se referirem às ideias acerca da atividade científica. Entendendo ambas como sinônimos (expressam o mesmo

científica, quais sejam: 1. Concepção empírico-indutivista e ateórica; 2. Concepção rígida (algorítmica, exata, infalível); 3. Concepção aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada); 4. Concepção exclusivamente analítica; 5. Concepção acumulativa, de crescimento linear; 6. Concepção individualista e elitista e 7. Concepção descontextualizada, socialmente neutra.

2.2.1. Concepção empírico-indutivista e ateórica

A **concepção empírico-indutivista e ateórica** assume um caráter neutro da observação e experimentação na Ciência, ou seja, entende que estas não são influenciadas por ideias apriorísticas, “esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo” (GIL-PÉREZ et al., 2001, p. 129). Essa concepção pode ser resumida nas palavras de Chalmers (1993) ao apresentar o indutivismo: “A Ciência é baseada no que podemos ver, ouvir, tocar etc. Opiniões ou preferências pessoais e suposições especulativas não têm lugar na Ciência. A Ciência é objetiva. O conhecimento científico é confiável porque é conhecimento provado objetivamente” (CHALMERS, 1993, p. 22). Dentro do campo da epistemologia, destaca-se o trabalho de Karl Popper, que traz justamente uma oposição a tal concepção, demonstrando sua insustentabilidade.

Gil-Pérez et al. (2001) baseiam-se em 93 trabalhos que criticam esta concepção, desenvolvidos desde 1984 até 2001, ano de sua pesquisa. Tais trabalhos demonstram as discrepâncias entre o empirismo extremo presente na concepção empírico-indutivista e a Ciência vista por meio de epistemologias contemporâneas. Embora esta seja, dentre as imagens deformadas da atividade científica, a mais criticada dentro da literatura, verificam-se também trabalhos que indicam que esta seja a mais presente dentre as concepções de Ciências dos docentes da área.

Os autores comentam ainda que esta concepção afeta não somente a educação em Ciências, mas também a própria atividade científica, denunciando que os cientistas nem sempre estão conscientes dos métodos que utilizam em suas investigações. Isso vai ao encontro da ideia do

significado), buscar-se-á adotar apenas a palavra “concepção” a partir de agora, por escolha arbitrária, para a uniformização da linguagem utilizada neste trabalho.

epistemólogo Imre Lakatos, segundo o qual “A maioria dos cientistas tende a saber um pouco mais sobre a Ciência do que os peixes sobre a hidrodinâmica” (LAKATOS, 1989 *apud* SILVEIRA & PEDUZZI, 2006, p. 47).

É importante mencionar, também, que a concepção empirico-indutivista, ao atribuir à experimentação a essência da atividade científica, coincide com a ideia de “descoberta científica”, que é amplamente difundida e aceita socialmente pelos meios de comunicação. Tal ideia têm-se denominado como uma imagem ingênua da Ciência. Vale aqui remeter ao trabalho de Silveira e Peduzzi (2006), onde os autores utilizam três episódios da história da Ciência para questionar as ideias do empirismo. A partir do desenvolvimento da Física de Galileu (relacionado aos experimentos da Torre de Pisa), da teoria da relatividade restrita (relacionado às experiências de Michelson-Morley) e do modelo atômico de Bohr (relacionado aos espectros de emissão atômica), os autores demonstram como a caricatura empirista, a partir da qual a indução e experimentação são o elemento crucial e inicial do desenvolvimento de uma teoria científica, falha ao ser contrastada à história da Ciência, que evidencia a complexidade na forma como empiria (experiência) e teoria relacionam-se na Ciência. Neste trabalho, os autores demonstram também a insustentabilidade do suposto método científico, que será discutido a seguir.

Gil-Pérez et al. (2001) comentam ainda sobre os impactos que a concepção empirico-indutivista tem sobre o ensino, expressos, por exemplo, na proposta de “aprendizagem por descoberta”, centrada em um suposto “método científico”, sobre o qual trata a próxima concepção inadequada a ser apresentada.

2.2.2. Concepção rígida (algorítmica, exata e infalível)

A segunda concepção inadequada é a **concepção rígida (algorítmica, exata e infalível)** da Ciência, segundo a qual existe um método científico, que se configura como um conjunto de etapas a serem seguidas mecanicamente, destacando um suposto tratamento quantitativo e de controle rigoroso. Aqui, nega-se o papel que a criatividade, a dúvida e o caráter tentativo desempenham na atividade científica, conferindo um caráter exato aos resultados obtidos pelas investigações científicas (através do rigoroso “método científico”). Destaca-se, aqui, o trabalho do epistemólogo

Paul Feyerabend, que evidencia a insuficiência da ideia de um “método científico”, apontando para a pluralidade de métodos e metodologias na atividade científica.

Os autores realizam um levantamento de 56 trabalhos que criticam a concepção rígida da Ciência, mencionando estudos que apontam sua presença nas ideias de docentes da área. Os impactos que tal concepção têm na educação podem ser visualizados, principalmente, na avaliação, onde muitas vezes não há espaço para ambiguidades, focando-se inclusive na memorização e repetição dos conteúdos (metódicos).

Antes de tratar da próxima concepção, cabe aqui mencionar o cuidado que se deve ter ao questionar tal concepção, principalmente dentro da educação científica, sem partir a um relativismo extremo, tanto metodológico quanto conceitual (segundo o qual “tudo vale” no trabalho científico e não há uma realidade objetiva que assegure a validade das construções científicas). Gil-Pérez et al. (2001) apresentam essa ressalva, mencionando alguns trabalhos que criticam o relativismo extremo no âmbito da Educação em Ciências.

2.2.3. Concepção aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada)

A terceira concepção apresentada pelos autores é a **concepção aproblemática e ahistórica**, com base em 59 diferentes trabalhos que se referem e criticam tal concepção. Esta configura-se como dogmática e fechada, ignoram-se os problemas que deram origem aos conhecimentos científicos, assim como a evolução e as dificuldades encontradas no desenvolvimento dos mesmos. Assim, não se consideram as limitações do conhecimento científico na atualidade e os problemas em aberto na Ciência, assim como as perspectivas do conhecimento científico. Sem a concepção de que os conhecimentos científicos surgem para responder problemas em aberto, dificulta-se a compreensão da racionalidade da atividade científica. No campo da epistemologia, destaca-se, aqui, o trabalho de Gaston Bachelard, que evidencia o papel dos problemas no desenvolvimento da Ciência, e o trabalho de Imre Lakatos, que defende a importância da perspectiva histórica na construção de conhecimento científico.

Esta concepção, segundo Gil-Pérez et al. (2001), normalmente é reforçada, no Ensino de Ciências, por omissão. Ou seja, simplesmente não é apresentado o contexto de desenvolvimento

de um determinado conhecimento científico, os problemas que lhe deram origem, incorrendo, de forma implícita, em uma visão aproblemática da Ciência.

2.2.4. Concepção exclusivamente analítica

A quarta deformação denunciada por Gil-Pérez et al. (2001) é a **concepção exclusivamente analítica** da atividade científica, que dá destaque à fragmentação dos estudos, a uma necessidade de divisão parcelar dos mesmos. Assim, assume-se um caráter simplificador e limitado aos próprios conhecimentos, deixando de lado os posteriores esforços de unificação e de construção de corpos de conhecimentos cada vez mais amplos. Não são tratados, dessa forma, os problemas que servem como pontes entre diferentes campos do conhecimento, que podem, então, ser unificados. Essas situações, comentam os autores, já foram verificadas inúmeras vezes e evidenciadas pela História da Ciência.

Esta concepção é a menos comentada na literatura da área, de forma que os autores baseiam-se apenas em 16 trabalhos anteriores, demonstrando uma preocupação frente à escassa atenção dada a tal deformação e problematizando as propostas interdisciplinares no ensino por tomarem a unidade como ponto de partida.

Segundo os autores, “a desvalorização e mesmo o esquecimento dos processos de unificação como característica fundamental da evolução dos conhecimentos científicos constitui um verdadeiro obstáculo na educação científica habitual” (GIL-PÉREZ et al., 2001). A desvalorização e esquecimento desses processos podem ser considerados uma demonstração da concepção analítica da Ciência que, segundo os autores, já foi amplamente identificada em professores por estudos da área.

2.2.5. Concepção acumulativa e de crescimento linear

A **concepção acumulativa e de crescimento linear** é, segundo o levantamento dos autores, a segunda menos presente na literatura, sendo referida por 37 diferentes trabalhos. Esta concepção entende o desenvolvimento científico como fruto de um crescimento linear, meramente acumulativo. Ignora, portanto, as crises e as remodelações que se dão na construção do

conhecimento científico, resultadas, estas, de processos complexos que não podem ser moldados por qualquer modelo pré-definido de mudança científica. Essa concepção foi bastante questionada no trabalho de Thomas Kuhn, onde o epistemólogo introduz a ideia de rupturas de paradigmas no desenvolvimento da Ciência.

Esta concepção se aproxima da concepção rígida da Ciência, porém os autores assinalam a importância em diferenciá-las: enquanto a concepção rígida refere-se a como uma investigação é dada ou realizada, a visão acumulativa interpreta a evolução dos conhecimentos científicos de forma simplista. O Ensino de Ciência contribui para a concepção acumulativa à medida que apresenta conhecimentos científicos atualmente aceitos sem abordar como foram construídos ou os processos de mudança, confrontações entre teorias e controvérsias científicas pelos que passaram (ou seja, assim como a concepção aproblemática e ahistórica, muitas vezes é consolidada por omissão).

2.2.6. Concepção individualista e elitista

A **concepção individualista e elitista** da Ciência é, segundo Gil-Pérez et al. (2001), também uma das mais tratadas na literatura (os autores basearam-se em 46 trabalhos). Esta concepção transmite a ideia de que o conhecimento científico é obra de gênios isolados, ignorando o papel do trabalho coletivo e cooperativo na atividade científica. Entende-se, então, que os resultados de apenas um cientista ou uma equipe são suficientes para verificar hipóteses ou teorias científicas.

Esta concepção insiste, de forma explícita, que o trabalho científico é reservado a minorias especialmente dotadas, com claras discriminações de natureza social e sexual, uma vez que a Ciência é apresentada como uma atividade eminentemente masculina.

No âmbito do Ensino de Ciências, essa concepção contribui para criar expectativas negativas nos estudantes, que podem enxergar a atividade científica como algo inalcançável, fora de seus domínios - não são feitos esforços para tornar a Ciência acessível a eles. Não demonstra o caráter humano da Ciência, que envolve erros e hesitações, inclusive semelhantes aos dos estudantes.

Ao explicitar esta concepção, os autores apresentam brevemente, também, uma outra visão deformada “de sinal oposto” que surge, em relação a esta, encarando a atividade científica como algo simples e próximo do senso comum (sem considerar o questionamento sistemático do óbvio de que parte a construção científica, contra o senso comum).

2.2.7. Concepção descontextualizada e socialmente neutra

A última visão deformada tratada pelos autores é a **concepção descontextualizada e socialmente neutra** da Ciência, esquecendo as complexas relações entre a mesma, a tecnologia e a sociedade. Transmite-se, assim, uma imagem de cientistas que estão alheios à sociedade, sem a necessidade de fazer opções e acima do bem e do mal.

Mesmo que, por exemplo, os meios de comunicação abordem, frequentemente, problemas no meio ambiente como resultado do desenvolvimento científico “imprudente”, esta concepção ainda se faz presente nos professores, principalmente no sentido de não considerar essas complexas relações entre Ciência, tecnologia e sociedade no âmbito da avaliação, que não se preocupa com conteúdos atitudinais. Em termos do Ensino de Ciências, a abordagem CTS (Ciência, tecnologia e sociedade) surge como uma forte alternativa ao currículo para incluir esses debates e discussões acerca do desenvolvimento científico.

Agora que as concepções foram apresentadas, é pertinente comentar que, ainda que tenham sido expostas separadamente, em diferente classificação, as mesmas não devem ser entendidas como autônomas ou heterogêneas. São, por outro lado e na maioria das vezes, complementares, constituintes de todo um esquema conceitual integrado. Conforme apontam Gil-Pérez et al. (2001):

Parece razoável, por exemplo, que uma visão individualista e elitista da Ciência apóie implicitamente a idéia empirista de “descoberta” e contribua, além do mais, para uma leitura descontextualizada e socialmente neutra da atividade científica (realizada por “gênios” solitários). Do mesmo modo, para citar outro exemplo, uma visão rígida, algorítmica e exata da Ciência pode reforçar uma interpretação acumulativa e linear do desenvolvimento científico, ignorando as crises, as controvérsias e as revoluções científicas. (GIL-PÉREZ et al., 2001, p. 134).

Já foram apresentados, então, concepções que nos mostram o que não é Ciência. Mas, então, o que é Ciência, afinal? Não há uma única maneira de responder essa pergunta, que não é, de forma alguma, trivial. É por isso que, ao compilar ideias de diferentes epistemólogos e filósofos da Ciência, Gil-Pérez et al. (2001) apresentam não um conceito fechado, mas características em comum nessas ideias, as quais foram consideradas as características essenciais ao trabalho científico. E tais características são, justamente, a recusa das concepções deformadas ou inadequadas previamente apresentadas. Em outras palavras, uma concepção mais adequada de Ciência é uma concepção que se oponha às concepções empirico-indutivista e atórica; rígida (algorítmica, exata e infalível); aproblemática e ahistórica; exclusivamente analítica; acumulativa, de crescimento linear; individualista e elitista e socialmente neutra da Ciência. Apresentar uma concepção mais adequada da Ciência, valorizando aspectos que rodeiam a construção do conhecimento científico, deve ser, então, uma preocupação para o Ensino de Ciências, evitando as apresentadas concepções deformadas da atividade científica. E isso, afinal, acontece? É o que será discutido na próxima seção.

2.3. A (não-)efetivação da abordagem histórico-filosófica no Ensino de Ciências

Conforme exposto anteriormente, o uso da HFC no ensino permite o desenvolvimento de uma compreensão e concepção mais adequada acerca da natureza da Ciência, um dos objetivos do Ensino de Ciências, o que já é consenso nos trabalhos de pesquisa na área. Mesmo assim, isso ainda não significa que haja a transposição dessas ideias para a prática docente, aponta Martins (2007):

A relevância da História e da Filosofia da Ciência para a pesquisa em ensino de Ciências, sob diversos aspectos, tem sido apontada com bastante frequência na literatura especializada da área. A necessidade de incorporação de elementos históricos e filosóficos no Ensino Médio chega a ser praticamente consensual [...]. No entanto, os professores de Ensino Médio dificilmente incorporam esse tipo de conhecimento em suas práticas. (MARTINS, 2007, p. 112).

Em seu estudo, Martins (2007) investigou as dificuldades e experiências de 82 docentes (licenciandos, estudantes de pós-graduação e professores da rede pública), onde verificou uma uniformidade no sentido de atribuir importância a trabalhar com HFC em sala de aula. No entanto, aponta que seus dados “reforçam a ideia de que há um abismo entre o valor atribuído à HFC e sua

utilização, com qualidade, como conteúdo e estratégia didática nas salas do nível médio” (MARTINS, 2007, p. 127).

A discrepância entre o uso da HFC no Ensino de Ciências a nível teórico e a nível prático acontece também no âmbito da pesquisa, sendo sinalizada pelo levantamento de Teixeira, Greca e Freire Jr. (2012), cujos dados indicam que “apesar do aumento significativo do número de artigos que tratam do uso de HFC no Ensino das Ciências, o número de pesquisas empíricas que investigam intervenção didática com HFC nas salas de aula de Física é ainda pequeno” (TEIXEIRA, GRECA & FREIRE JR., 2012, p. 16). Cibelle Celestino Silva (2006) enfatiza essa dicotomia, indicando algumas das razões para tal:

No Brasil, **a aproximação entre história e filosofia da Ciência e ensino ainda ocorre mais no nível teórico do que no nível da prática docente**. Algumas das razões para isso são a falta de preparo dos professores, o pequeno número de pesquisas existentes buscando as melhores estratégias para a utilização da história e filosofia da Ciência dentro do contexto do ensino de Ciências brasileiro e também **a grande falta de material didático de qualidade em português**. (SILVA, 2006, p. X, grifo nosso).

Torna-se pertinente, então, verificar, analisar e refletir sobre os obstáculos que os docentes enfrentam para inserir conteúdos de HFC no Ensino Médio. Martins (2007) aponta que:

A simples consideração de elementos históricos e filosóficos na formação inicial de professores das áreas científicas – ainda que feita com qualidade – não garante a inserção desses conhecimentos nas salas de aula do ensino básico, tampouco uma reflexão mais aprofundada, por parte dos professores, do papel da HFC para o campo da didática das Ciências. **As principais dificuldades surgem quando pensamos na utilização da HFC para fins didáticos, ou seja, quando passamos dos cursos de formação inicial para o contexto aplicado do ensino e aprendizagem das Ciências**. (MARTINS, 2007, p. 115, grifo nosso)

Martins investiga, ainda, tais dificuldades a partir da perspectiva dos professores. O autor apresenta as respostas dos professores aos questionários, sinalizando que “A maior dificuldade apontada pelos sujeitos para o trabalho com a HFC já era, de certo modo, esperada por nós: a falta de material didático adequado, e a pouca presença desse tipo de conteúdo nos livros existentes” (MARTINS, 2007, p. 121).

É incorporando-se dessa problemática que o presente estudo tem seu foco em livros didáticos para o Ensino Médio – entendendo que a qualidade de materiais didáticos⁷ pode ser um

⁷ A escolha de livros didáticos, dentre os mais diversos tipos de materiais didáticos existentes e possíveis, será esclarecida na próxima seção da fundamentação teórica (“Livros didáticos”).

ponto chave para auxiliar a transposição da discussão teórica de implementação de conteúdos de HFC em sala de aula para a prática docente, conforme indicado pelos autores supracitados.

2.4. Livros didáticos

Livros didáticos, conforme a denominação sugere, são materiais em formato de livro cujo objetivo é o uso para o ensino. Nestes, são apresentados conteúdos considerados pertinentes para o ensino de uma maneira que busca propiciar a aprendizagem dos mesmos. Nas palavras de Gérard e Roegiers (1998), o livro didático é “um instrumento impresso, intencionalmente estruturado para se inscrever num processo de aprendizagem, com o fim de lhe melhorar a eficácia” (GÉRARD & ROEGIERS, 1998, p. 19).

Oliveira (2016) aponta que o livro didático é, ainda, “um material elaborado com o intuito de ser uma versão didatizada do conhecimento para fins escolares e/ou com propósito de formação de valores” (OLIVEIRA, 2016, p. 2). Assim, autores de livros didáticos são responsáveis pela transposição didática de *saberes sábios* (científicos) para *saberes a ensinar*, segundo as ideias de Chevallard (1998).

Em outras palavras, livros didáticos selecionam os conteúdos que devem ser estudados e a abordagem que deve ser adotada em seu estudo. Vale ressaltar que essa é uma operação de poder, não neutra, que determina o currículo presente no material. Essa seleção de conteúdos e abordagens feita em materiais didáticos vai dar sustentação para a atividade docente, em sala de aula, sendo o livro utilizado como um instrumento orientador para a prática pedagógica do professor, conforme aponta Oliveira (2016).

Sobre os impactos que os livros didáticos possuem no ensino-aprendizagem da educação básica, podemos trazer à luz as ideias de Santo (2006), que realiza uma compilação de ideias presentes na literatura acerca de manuais escolares, apontando, com base em diversos outros autores, que estes:

Absorvem cerca de 85% das despesas mundiais com materiais pedagógicos; Servem de base para a preparação das aulas dos professores/as; Constituem o principal recurso

pedagógico dos alunos; Consomem cerca de 75% do tempo dos estudantes nas aulas dos ensinos básico e secundário; Desempenham um papel importante na aprendizagem dos alunos, a longo e a médio prazo (SANTO, 2006, p. 104).

Torna-se pertinente pensar sobre esse cenário, então, em nível nacional. No Brasil, o livro didático não é apenas utilizado como material didático “extra” a ser utilizado em sala de aula, como uma das possíveis ferramentas para a atividade docente, mas como ferramenta principal, norteadora e determinante na realidade escolar. Por esse motivo, optou-se, neste trabalho, dentre os diversos materiais que podem ser utilizados para o ensino, por focar nos livros didáticos, uma vez que estes impactam fortemente a realidade de todas as escolas públicas do país. Isso acontece tendo em vista, principalmente, as políticas públicas de distribuição de livros didáticos para as escolas de educação básica.

O governo federal do Brasil, com o apoio do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), desenvolve o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que “tem como principal objetivo subsidiar o trabalho pedagógico dos professores por meio da distribuição de coleções de livros didáticos aos alunos da educação básica”, segundo o site oficial do Ministério da Educação⁸.

O Programa é realizado em ciclos trienais alternados para cada disciplina, de forma que, a cada ano, o Ministério da Educação adquire e distribui livros para todos os estudantes de um determinado segmento da educação básica, qual seja: anos iniciais ou anos finais do ensino fundamental, ou ensino médio. No âmbito do ensino médio, disponibiliza, entre outros, livros didáticos de Física, foco de estudo da presente pesquisa. Isso passou a acontecer a partir de 2004, com a implantação do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM).

A operacionalização do PNLD ocorre por meio de editais, nos quais as obras são inscritas para participação no programa, para então serem avaliadas por uma equipe formada por especialistas de cada área. A partir de tal avaliação, são selecionadas as obras que poderão ser disponibilizadas às escolas, assim como é desenvolvido um guia de livros didáticos para os professores basearem-se no momento de escolha da coleção a ser adotada em suas escolas. Estes

⁸ As informações sobre o Programa aqui apresentadas foram encontradas no sítio eletrônico do Ministério da Educação, disponíveis em: <<http://portal.mec.gov.br/pnld/apresentacao>>. Acesso em: 16 de junho de 2017.

guias de livros didáticos apresentam a análise realizada, pelos especialistas, de cada uma das obras selecionadas, assim como indicações para a utilização em sala de aula. Para Física, foram publicados os guias de livros didáticos PNLD 2009, 2012, 2015, e, mais recentemente, o de 2018.

Na realidade brasileira, outro aspecto a ser considerado é que, segundo Fracalanza; Amaral e Gouveia, “o livro didático talvez represente o único texto com que muitos brasileiros interagem durante suas vidas” (FRACALANZA, AMARAL & GOUVEIA, 1987, p. 28). Isso reforça a importância de avaliar as informações presentes nos livros didáticos - seus conteúdos e abordagens, uma vez que, na perspectiva de Pereira (2010): “No processo educativo, parte-se dos textos do manual [livro didático] para transmitir conhecimento e, alunos e professores, raramente se questionam sobre a escolha dos mesmos, sobre os princípios por eles veiculados, tomando-os como verdades absolutas” (PEREIRA, 2010, p. 191).

Fracalanza, Amaral e Gouveia (1987) defendem, ainda, que os livros didáticos sejam escolhidos e analisados à luz dos objetivos do ensino. Anteriormente, na justificativa deste trabalho, discutiu-se sobre o consenso existente no sentido de considerar o desenvolvimento de uma compreensão adequada sobre a natureza da Ciência um objetivo do Ensino de Ciências. Faz sentido, então, pensar sobre como a natureza da Ciência é abordada nos livros didáticos, ou seja, quais as concepções de Ciência presentes nos livros didáticos.

2.4.1. Concepções de Ciência em livros didáticos

A seção anterior demonstrou o papel que os livros didáticos desempenham na educação, sobretudo no Ensino de Ciências. Nesse sentido, os mesmos têm, também, um impacto sobre as concepções de Ciência que são desenvolvidas pelos estudantes que, com estes, entram em contato ao longo de sua vivência escolar. Tal impacto vai ser determinado pela maneira como os livros didáticos abordam a natureza da Ciência. Fracalanza, Amaral e Gouveia problematizam essa ideia:

No caso de Ciências, os diferentes livros mostram [...] o que é Ciência, o que é tecnologia, como o cientista trabalha, como é feita uma investigação científica. Nesses casos, os livros divulgam essas idéias quase nunca de forma expressa, mas subentendida nos textos e nas

ilustrações. E, nem sempre, essas ideias mostradas em alguns dos livros didáticos são corretas (FRACALANZA, AMARAL & GOUVEIA, 1987, p. 27).

Martins (2006) é mais enfático ao denunciar a falta de preocupação dos livros didáticos com a abordagem histórica da Ciência, que se relaciona a diferentes aspectos da atividade científica, referentes à natureza da Ciência:

A história das Ciências nos apresenta uma visão a respeito da natureza da pesquisa e do desenvolvimento científico que não costumamos encontrar no estudo didático dos resultados científicos (conforme apresentados nos livros-texto de todos os níveis). **Os livros científicos didáticos enfatizam os resultados aos quais a Ciência chegou** – as teorias e conceitos que aceitamos, as técnicas de análise que utilizamos - **mas não costumam apresentar alguns outros aspectos da Ciência**. De que modo as teorias e os conceitos se desenvolvem? Como os cientistas trabalham? Quais as ideias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado? Quais as relações entre Ciência, filosofia e religião? Qual a relação entre o desenvolvimento do pensamento científico e outros desenvolvimentos históricos que ocorreram na mesma época? (MARTINS, 2006, p. XVII)

É importante comentar que, embora os livros didáticos não explicitem as ideias relativas à natureza da atividade científica, conforme dito por Fracalanza, Amaral e Gouveia, ou, juntamente a isso, não abordem a construção histórica dos conhecimentos científicos, de acordo com a denúncia de Martins, isso não significa, em momento algum, que estes adotem uma posição neutra referente à maneira com que concebem a natureza da Ciência.

Omitir alguns aspectos da atividade científica ao apresentar conhecimentos científicos atualmente aceitos, sem remeter aos problemas que lhe deram origem, os pesquisadores envolvidos, as relações que foram estabelecidas com o contexto de construção desses conhecimentos é o que justamente transmite uma concepção aproblemática e ahistórica, descontextualizada da Ciência. Esta, conforme mencionam Gil-Pérez et al. (2001) já teve sua presença em livros didáticos denunciada por diferentes estudos da área. Omitir tais aspectos podem, também, transmitir uma concepção acumulativa e de crescimento linear da Ciência, conforme discutido na seção “Concepções de Ciência”.

Estudos já foram realizados com a preocupação aqui presente, buscando identificar aspectos da natureza da Ciência em livros didáticos. Nesse sentido, é importante remeter a diferentes trabalhos que mostram que o método científico é difundido em livros de Física, Química e Biologia do Ensino Médio e de Ciências do Ensino Fundamental, transmitindo uma concepção empirico-indutivista da atividade científica: Pretto (1995); Porlán et al. (1998); Harres (1999); Ostermann &

Moreira (1999) e Köhnlein & Peduzzi (2002). Essa mesma concepção foi, também, identificada em livros-texto nos trabalhos de Selley (1989) e Stinner (1992), que denunciam uma apresentação deturpada do papel da experimentação na atividade científica.

Além disso, os estudos demonstram uma preocupação dos livros didáticos em apresentar os resultados da Ciência, conforme dito por Martins (2006), ignorando os caminhos e o processo da atividade científica. Isso pode ser percebido no trabalho de Custódio e Pietrocola (2004), onde analisam, especificamente, a apresentação do Princípio de Conservação de Energia (PCE) em livros didáticos de Física do Ensino Médio, tendo em vista a relação entre a modelização e o desenvolvimento de uma teoria científica, concluindo que:

Os livros didáticos debruçam-se sobre situações previamente *modelizadas*, portanto, não tratam o processo de modelização como atividade didática. [...] Elas **acabam focando-se prioritariamente no produto e não no processo da atividade científica**. Deste modo, não há espaço heurístico para criação conceitual. (CUSTÓDIO & PIETROCOLA, 2004, p. 395).

Frente aos diferentes estudos da área, cabe, então, analisar se houveram avanços na forma com que é abordada a natureza da Ciência no âmbito dos livros didáticos. Partindo de uma análise da abordagem adotada na atualidade, é possível refletir sobre o uso destes materiais e os cuidados que o docente deve ter ao utilizá-los no Ensino de Ciências, dentre outros aspectos para propiciar ao estudante o desenvolvimento de uma concepção mais adequada da Ciência.

3. METODOLOGIA

O primeiro aspecto a ser comentado sobre a pesquisa proposta é sua natureza qualitativa, permitindo ao trabalho uma compreensão mais ampla da realidade estudada ao preocupar-se com as relações estabelecidas no contexto do objeto de estudo. Segundo Flick (2009, p. 14):

Muito resumidamente, o processo de pesquisa qualitativa pode ser representado como sendo um caminho da teoria ao texto e outro caminho do texto de volta à teoria. A interseção desses dois caminhos é a coleta de dados verbais ou visuais e a interpretação destes dentro de um plano específico de pesquisa.

Nesse sentido, é com o embasamento metodológico apresentado que serão lidos os textos presentes nos livros didáticos e no guia do Programa Nacional do Livro Didático, para então retornar à teoria no momento de interpretá-los. Em termos da pesquisa qualitativa, é importante mencionar sobre sua diversidade metodológica, conforme sinaliza Flick (2009, p. 25): “A pesquisa qualitativa não se baseia em um conceito teórico e metodológico unificado. Diversas abordagens teóricas e seus métodos caracterizam as discussões e a prática da pesquisa”.

Pensando em uma classificação em termos de área do conhecimento (GIL, 2010, p. 26), por ser uma pesquisa em Ensino de Ciências, a presente pesquisa se insere na área das Ciências Humanas Aplicadas⁹. Se configura, ademais, como uma pesquisa descritiva, tendo como objetivo a “descrição das características” (GIL, 2010, p.27) do objeto de análise (nesse caso, os livros didáticos), com a finalidade de identificar possíveis relações entre variáveis.

No parágrafo acima, a presente pesquisa foi classificada em termos de área de conhecimento e de objetivo. Podemos, também, classificá-la de acordo com os métodos empregados (GIL, 2010, p. 28), como uma pesquisa bibliográfica. Caracterizá-la como pesquisa bibliográfica, ao invés de pesquisa documental, se apoia na diferença apontada por Gil (2010), segundo o qual a pesquisa bibliográfica vai se fundamentar em um material elaborado por autores cujo objetivo era a leitura por públicos específicos, enquanto a pesquisa documental utiliza-se de

⁹ A pesquisa em Ensino de Ciências como Ciências Humanas Aplicadas é abordada e defendida por Delizoicov (2004).

toda sorte de documentos. Neste caso, os livros didáticos direcionam-se especificamente a professores e estudantes da educação básica.

Sobre a pesquisa bibliográfica, Gil comenta ainda que: “A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente” (GIL, 2010, p. 30). Nesse sentido, a presente pesquisa tem uma amplitude no sentido de analisar livros didáticos presentes em salas de aula de todo o país, tendo em contrapartida a desvantagem de não proporcionar uma profundidade frente ao contexto de produção de cada publicação (podendo fornecer respostas que elucidem a razão da abordagem do tema em questão adotada pelos autores, por exemplo).

Uma vez classificada a pesquisa, conforme feito acima, é importante esclarecer os procedimentos e métodos que foram utilizados, de maneira mais prática. Uma visão geral da estrutura da pesquisa está apresentada no Quadro 1:

Questão de Pesquisa	Fonte de Informação	Instrumento de Coleta
Como (e se) os critérios do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) abordam a natureza da Ciência?	Documento - Guia do PNLD 2018	Análise documental - Roteiro de análise
Como podem ser categorizadas as abordagens encontradas em livros didáticos de Física no que diz respeito à natureza da Ciência?	Documentos - Livros didáticos; livros e artigos científicos	Análise documental - Roteiro de análise
Qual a relação que pode ser estabelecida entre a análise dos livros didáticos proposta pela presente pesquisa e a análise presente no guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)?	Documento - Guia do PNLD 2018	Análise documental - Roteiro de análise

QUADRO 1 – Estrutura da pesquisa

O roteiro de análise (quadro 2) para a execução da pesquisa foi desenvolvido com base em Gil (2010). Neste trabalho, o autor discorre sobre vários aspectos da pesquisa bibliográfica – dentre

eles, a *leitura do material*, que servirá como um aporte para a execução da pesquisa. Essa leitura do material de pesquisa norteia-se por objetivos:

A leitura que se faz na pesquisa bibliográfica deve servir aos seguintes objetivos: a) identificar as informações e os dados constantes do material impresso; b) estabelecer relações das informações e dos dados obtidos com o problema proposto; c) analisar a consistência das informações e dados apresentados pelos autores. (GIL, 2010, p. 88).

Gil apresenta, então, tipos de leitura. O primeiro deles é a leitura exploratória, onde se delimita a utilidade de uma obra para a pesquisa. Como o problema e questões de pesquisa já remetem ao material que será analisado (os livros didáticos e o guia do Programa Nacional do Livro Didático), faz-se desnecessária a leitura exploratória, visto que os materiais de interesse já estão delimitados.

Os demais tipos de leitura apresentados por Gil foram aqui considerados etapas de leitura, por constituírem, conforme sugere a denominação, etapas da análise do material.

Foi realizada, então, a primeira etapa de leitura: a **leitura seletiva**, que consiste na determinação do material que de fato interessa à pesquisa (GIL, 2010). Neste momento, são selecionados os textos dos livros didáticos que de alguma forma remetem à construção do desenvolvimento científico, seu contexto, seus autores, objetivos e natureza.

Após a seleção dos textos de interesse, inicia-se a **leitura analítica**. Embora nesta pesquisa estejam servindo como pano de fundo os tipos de leitura apresentados por Gil, cabe trazer à luz as ideias de Marconi e Lakatos (2010) a respeito do que é, o que faz e para que serve a análise de texto:

Analisar significa estudar, decompor, dissecar, dividir, interpretar. A análise de um texto refere-se ao processo de conhecimento de determinada realidade e implica o exame sistemático de elementos [...]. É a análise que vai permitir observar os componentes de um conjunto, perceber suas possíveis relações, ou seja, passar de uma ideia-chave para um conjunto de ideias mais específicas, passar à generalização e, finalmente, à crítica. (MARCONI & LAKATOS, 2010, p. 9).

Percebe-se que a análise de texto é um processo complexo, com diversos objetivos, que deverão ser alcançados de maneira sistemática. Neste sentido, Gil (2010) aponta que a leitura

analítica é dividida em momentos, quais sejam: a) leitura integral da obra ou texto selecionado; b) identificação das ideias-chaves; c) hierarquização das ideias e d) sintetização das ideias.

O objetivo do primeiro momento, **leitura integral**, é obter uma visão do todo, para uma melhor compreensão da obra ou texto. Já o segundo momento, **identificação das ideias-chaves**, busca identificar as ideias mais importantes - por exemplo, dentro de frases, há palavras-chave; dentro de parágrafos, pode-se escolher alguma frase que o sintetize. É neste segundo momento que foram selecionados os trechos do texto que abordam ou apresentam a natureza da Ciência de forma direta ou indireta, ou seja, trechos de interesse para a pesquisa, que apresentam a concepção de Ciência presente em determinada obra.

O terceiro momento, para Gil, é a hierarquização das ideias. Neste momento, o objetivo é organizar as ideias principais e secundárias de acordo com sua importância para então estabelecer categorias de ideias, de acordo com o que é necessário para a análise do texto. No entanto, não se utilizou, aqui, a hierarquização das ideias, uma vez que já foram selecionados somente trechos de interesse para a pesquisa na etapa anterior. Como o objetivo do trabalho é analisar as concepções de Ciência nos livros didáticos, todos os trechos que abordam a natureza da Ciência terão igual importância. Por isso, o terceiro momento vai se caracterizar simplesmente como a **categorização das ideias**.

Aqui, as ideias são categorizadas de acordo com a forma com que apresentam a Ciência. As categorias em que são classificadas as ideias são baseadas nas de Gil-Pérez et al. (2001), apresentadas na seção “concepções de Ciência” deste trabalho (p. 18-24). São elas:

- Concepção empirico-indutivista e atórica;
- Concepção rígida (algorítmica, exata, infalível);
- Concepção aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada);
- Concepção exclusivamente analítica;
- Concepção acumulativa, crescimento linear;
- Concepção individualista e elitista;
- Concepção descontextualizada, socialmente neutra.

É importante enfatizar que essa categorização não possuía caráter dogmático, sendo que as categorias podiam ser mescladas e complementadas conforme o que se mostrasse necessário e possível no momento de análise, buscando uma compreensão tão ampla quanto possível do objeto de estudo (em concordância com a natureza qualitativa da pesquisa proposta).

O quarto e último momento da leitura analítica é a **sintetização das ideias**, onde são organizadas e sintetizadas as reflexões e análises feitas nos momentos anteriores, buscando recompor o que foi decomposto no processo e trazendo à luz o que é essencial para responder o problema de pesquisa.

Por fim, a relação entre a leitura analítica e o problema de pesquisa é efetivamente realizada na **leitura interpretativa**, etapa final do roteiro de análise, que busca conferir um significado mais amplo à leitura analítica, utilizando-a para responder o problema de pesquisa. Esta etapa de leitura interpretativa foi realizada para cada obra ao fim da leitura analítica e, depois, para todos os volumes da coleção analisada, em conjunto.

No quadro a seguir, o roteiro de análise pode ser visualizado, trazendo as ideias principais de cada etapa. É importante enfatizar que, após a realização da pesquisa-piloto, algumas modificações foram realizadas na etapa correspondente à categorização de ideias, que serão apresentadas mais adiante.

Roteiro de análise		
Etapa de leitura		Objetivo
1. Leitura seletiva		Selecionar textos que remetam à natureza da atividade científica e à construção do conhecimento científico; registrar as páginas em que se encontram.
2. Leitura analítica	a) leitura integral	Ter uma visão do todo, obtendo maior compreensão da obra/texto.
	b) identificação das ideias-chaves	Selecionar trechos mais significativos (frases sintetizantes, palavras-chaves) e identificar ideias mais importantes.
	c) categorização das ideias	Categorizar as ideias chaves em: a) concepção empírico-indutivista e atórica da Ciência; b) concepção rígida, exata e infalível da Ciência (método científico); c) concepção aproblemática e ahistórica da Ciência; d) concepção exclusivamente analítica da Ciência; e) concepção acumulativa de crescimento linear da Ciência; f) concepção individualista e elitista da Ciência; g) concepção socialmente neutra da Ciência.
	d) sintetização das ideias	Recompor o decomposto pela análise, fixando no essencial para a solução do problema proposto.

3. Leitura interpretativa	Relacionar o que foi analisado com o problema de pesquisa, conferindo significado mais amplo aos resultados obtidos com a leitura analítica.
---------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

QUADRO 2 – Roteiro de análise

O quadro acima foi desenvolvido como o roteiro de análise dos livros didáticos, que constituirá a parte da pesquisa que mais despenderá tempo em sua execução. Este roteiro de análise busca responder a segunda e principal questão de pesquisa: “*Como podem ser categorizados os trechos de livros didáticos de acordo com a apresentação natureza da Ciência?*”.

Para responder às demais questões de pesquisa, “*Como (e se) os critérios do PNLD abordam a natureza da Ciência?*” e “*Qual a relação que pode ser estabelecida entre a análise realizada por este trabalho e a análise presente no Guia PNLD?*”, foram utilizadas as mesmas etapas de leitura, na mesma ordem, para a análise do Guia PNLD 2018.

No guia do PNLD 2018, foram aprovadas 12 coleções, com um total de 36 livros. Essa grande quantidade de obras remete à necessidade de fazer um recorte dos livros a serem analisados, pela quantidade expressiva em questão. Para a realização de tal recorte, foi-se utilizado o critério de distribuição.

Todas as coleções aprovadas no guia PNLD 2018 haviam sido aprovadas no guia anterior, de 2015. Neste, haviam sido aprovadas 14 coleções, tendo então apenas duas não feito parte do novo guia. Desta forma, observou-se a quantidade de livros distribuídos de cada coleção pelo Ministério da Educação. Tais dados estão apresentados na Tabela 1, onde as linhas em vermelho (grifado) indicam as coleções que não estão presentes no PNLD 2018:

	Coleção	Autor(es)	Editora	Qtde. livros distribuídos
1 ^a	Física	Bonjorno et al.	FTD	1.408.996
2 ^a	Ser Protagonista Física	Stefanovits	Edições SM	890.843
3 ^a	Física aula por aula	Xavier & Barreto	FTD	754.479
4 ^a	Física Contexto & Aplicações	Máximo & Alvarenga	Scipione	581.634
5 ^a	Física	Piqueira, Carron & Guimarães	Ática	571.766
6 ^a	Física para o Ensino Médio	Fuke & Yamamoto	Saraiva	570.599
7 ^a	Conexões com a Física	Sant’Anna et al.	Moderna	567.575
8 ^a	Física	Doca; Villas Bôas & Biscuola	Saraiva	557.965
9 ^a	Física Ciência e Tecnologia	Torres et al.	Moderna	434.881
10 ^a	Física Interação e Tecnologia	Gonçalves Filho & Toscano	Leya	415.946

11^a	Física	Artuso & Wrublewski	Positivo	268.155
12 ^a	Física - conceitos e contextos: pessoal, social, histórico	Pietrocola et al.	FTD	217.490
13 ^a	Compreendendo a Física	Gaspar	Ática	216.288
14^a	Quanta Física	Menezes et al.	Pearson	98.222

TABELA 1: Distribuição de coleções do PNL D 2015. Informações disponíveis em: <<http://www.fn de.gov.br/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/35-dados-estatisticos?download=9374:pnl d-2015-colecoes-mais-distribuidas-por-componente-curricular-ensino-medio>>. Acesso em: 20/11/2017.

Respeitando as condições de tempo na realização dessa pesquisa e seu andamento, optou-se, então, por uma análise apenas da coleção mais distribuída em 2015, ou seja, a coleção “Física” de Bonjorno et al. (2016). Esse recorte para um universo consideravelmente pequeno foi feito sob a justificativa de ter sido priorizada uma análise mais aprofundada dos livros, ao invés de uma análise mais ampla do universo estudado que, no entanto, comprometeria o aproveitamento dos dados obtidos para a análise.

A coleção selecionada para análise é dividida em três volumes: mecânica; termologia, óptica e ondulatória; eletromagnetismo e Física moderna, totalizando 848 páginas no livro do estudante (descontando o manual do professor). Os três volumes estão apresentados na imagem a seguir:



IMAGEM 1: Coleção analisada

Antes da realização propriamente da pesquisa, é importante comentar sobre a realização de uma pesquisa-piloto quando este trabalho estava em fase de projeto, visando uma melhoria do

instrumento de análise. Portanto, antes que seja encerrada a metodologia, é importante mencionar as mudanças adotadas por conta da realização da pesquisa-piloto, expostas a seguir.

3.1. Pesquisa-piloto

Segundo Marconi e Lakatos (2010), “a pesquisa-piloto tem, como uma das principais funções, testar o instrumento de coleta de dados. [...] Uma vez constatadas as falhas, reformula-se o instrumento, conservando, modificando, ampliando, desdobrando ou alterando itens” (MARCONI & LAKATOS, 2010, p. 210).

Ainda segundo as autoras, a pesquisa-piloto ou pré-teste é o que pode evidenciar se o instrumento de pesquisa apresenta fidedignidade e validade (se os dados obtidos são todos necessários à pesquisa e se outros dados necessários não foram deixados de lado), permitindo também obter uma estimativa sobre os futuros resultados, fornecendo, então, uma maior segurança para a execução da pesquisa.

Por isso, optou-se, no desenvolvimento deste projeto, pela realização da pesquisa-piloto, buscando verificar a qualidade e viabilidade do uso do instrumento de coleta (neste caso, do roteiro de análise), dando subsídios também indicativos para mudanças, ou não, na categorização dos textos. Foi selecionada então uma das obras presentes no Guia PNLD 2015, de forma arbitrária, para ser a amostragem do objeto de estudo da pesquisa, qual seja: **Física Contexto & Aplicações**¹⁰ (2013).

Os resultados da pesquisa-piloto realizada durante o projeto desta pesquisa estão expostos no APÊNDICE A.

Tendo em vista esses resultados da realização da pesquisa-piloto (APÊNDICE A), foi percebida a necessidade de melhoria do instrumento de coleta de dados (roteiro de análise), mais especificamente das categorias utilizadas para a análise dos trechos selecionados. Notou-se que,

¹⁰ Referência completa: LUZ, Antônio Máximo Ribeiro; ÁLVARES, Beatriz Alvarenga. **Física Contexto & Aplicações**. São Paulo: Editora Scipione, 2013. ed. 1. v. 1.

como são trechos muitas vezes pequenos e breves, relacionavam-se apenas parcialmente com as categorias, uma vez que a maior parte delas contava com duas ideias centrais. Uma categoria que apresentou bastante essa dificuldade foi a “concepção aproblemática e ahistórica”, ao que os trechos muitas vezes consideravam o desenvolvimento histórico da Ciência, situando a atividade científica em um momento da história, mas desconsideravam a existência de problemas que influenciaram o desenvolvimento das ideias científicas. Assim, alguns dos trechos opunham-se à categoria e, simultaneamente, aproximavam-se dela.

Outra necessidade identificada foi a do desenvolvimento de níveis de aproximação das categorias de análise. Alguns trechos aproximaram-se de alguma categoria, mas de forma sutil, subjetiva ou até contraditória, sem que fosse possível enquadrá-los em tal ou não, simplesmente. Isso comprometeria a qualidade da análise e traria resultados não correspondentes totalmente ao que é analisado. Algo bastante notável na pesquisa-piloto foi, também, a existência de trechos que atribuíam características ao desenvolvimento de uma teoria específica dentro da Ciência, sem que necessariamente atribuísse tais características à atividade científica como um todo, fazendo-se pertinente essa distinção no momento de análise.

Desta forma, optou-se pela separação de categorias que possuem mais de uma ideia central e pela criação de níveis de aproximação que um trecho pode ter com uma ou mais concepções. As categorias foram alteradas conforme a Imagem 2, apresentada abaixo:

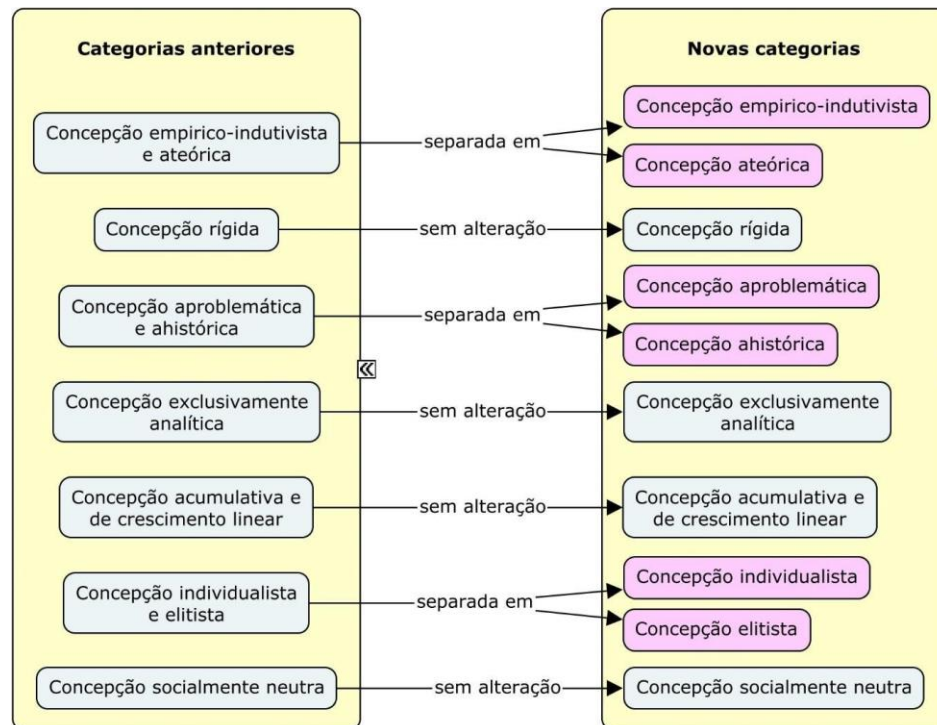


IMAGEM 2: Alteração de categorias.

É importante frisar que a separação das concepções em diferentes categorias não reflete o entendimento de que estas são independentes, excludentes ou não relacionadas. Conforme exposto no fim da seção “Concepções de Ciência” da fundamentação teórica, entende-se aqui que são, muitas vezes, complementares, relacionando-se ao formar um esquema conceitual integrado. A separação aqui foi realizada pois a categorização neste trabalho é feita para trechos específicos, buscando realizar uma análise tão objetiva quanto possível de acordo somente com o que é exposto pelos trechos. Cada livro analisado vai transmitir uma concepção de Ciência que perpassa cada um dos trechos analisados, sendo mais ampla e relacionando-se com cada uma das categorias – ou seja, um esquema conceitual mais complexo.

Além da alteração nas categorias, agora mais específicas, foram criados os níveis de aproximação, de acordo com as necessidades identificadas durante a pesquisa-piloto. Estes níveis de aproximação estão expostos no quadro a seguir:

Nível de Aproximação	Descrição
3	O trecho apresenta claramente a ideia transmitida pela concepção

	inadequada, atribuindo-a diretamente à atividade científica como um todo.
2	O trecho atribui características da concepção inadequada a um momento ou ponto específico do desenvolvimento do conhecimento científico. No entanto, não atribui diretamente tais características à atividade científica como um todo.
1	O trecho apresenta ideias da concepção inadequada, porém de forma subjetiva, confusa ou contraditória.
Oposição	O trecho opõe-se claramente à concepção inadequada – o que é, então, desejável, aproximando-se à uma concepção mais adequada da atividade científica.

QUADRO 3: Níveis de aproximação para a categorização.

Agora que foram feitas alterações necessárias na metodologia de análise da presente pesquisa, referente especificamente à etapa de categorização do Roteiro de Análise (instrumento de coleta de dados), é pertinente esclarecer quais serão, afinal, as obras que servirão como objeto de análise na presente pesquisa.

Por fim, para encerrar o trabalho de análise, buscando uma melhor organização e apresentação das análises realizadas na pesquisa, as ideias principais e essenciais foram incluídas em fichamentos, com a finalidade também de facilitar a tabulação de dados ao fim da pesquisa, que foram utilizados para a escrita da análise. Tais fichamentos podem ser observados nos apêndices dos trabalhos, havendo um para cada livro analisado: livro 1 (APÊNDICE B), livro 2 (APÊNDICE C) e livro 3 (APÊNDICE D).

4. ANÁLISE E RESULTADOS

Para a exposição dos resultados obtidos pela pesquisa e as análises realizadas, a presente seção vai se organizar da seguinte forma: primeiramente, serão apresentados elementos que permitam responder à questão de pesquisa “Como podem ser categorizadas as abordagens encontradas em livros didáticos de Física no que diz respeito à natureza da Ciência?”. Ou seja, nesse primeiro momento, será apresentada propriamente a análise dos livros de acordo com as categorias discutidas na seção de metodologia, anteriormente.

Esse primeiro momento constitui a principal e mais extensa parte da pesquisa realizada. Em uma tentativa de melhor organizar as informações obtidas através da pesquisa, essa análise das obras em termos de concepções de Ciência é apresentada em duas partes: inicialmente de forma superficial e quantificada para cada um dos livros, com o intuito de demonstrar uma visão geral de quantos trechos foram analisados em cada livro, quantos se aproximaram de concepções inadequadas e quantos se opuseram a concepções inadequadas – e em quais partes do livro, assim como em quais conteúdos.

Feito isso, respectivamente, para os volumes 1 a 3 e depois compilando as informações de toda a coleção, a análise é então apresentada em termos de cada uma das concepções inadequadas da atividade científica e sua presença no material analisado. Aqui há um aprofundamento maior na análise, sendo apresentados exemplos de trechos categorizados de acordo com as concepções, elucidando também ao leitor como se chegou aos dados apresentados, inclusive, anteriormente. A justificativa para apresentação dos exemplos apenas nesse momento é para que a estrutura do trabalho fique mais coerente, sem ser repetitiva – caso os exemplos fossem apresentados já no início desse primeiro momento da análise, seriam necessários muitos para exemplificar tudo ao que se refere, sem que, no entanto, seja aproveitado seus conteúdos.

O segundo momento da análise, então, vai tratar diretamente da análise do Guia PNLD 2018, buscando abordar elementos para responder as outras duas questões de pesquisa: “Como (e se) os critérios do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) abordam a natureza da Ciência?” e “Qual a relação que pode ser estabelecida entre a análise dos livros didáticos proposta pela presente pesquisa e a análise presente no guia do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)?”.

Para isso, primeiramente será abordada a análise direta dos critérios do PNLD, para então relacioná-la à análise realizada por este guia da obra que aqui também fora analisada.

4.1. Análise das obras

Inicia-se a exposição dos resultados, então, a partir da análise dos livros. Essa análise foi dividida em duas partes: a primeira, para uma análise geral das páginas e trechos selecionados, sua classificação em oposições ou aproximações à concepções inadequadas da atividade científica, assim como sua disposição nos livros. A segunda parte da análise das obras, então, é uma análise especificamente voltada para as concepções inadequadas da atividade científica e como se dá sua presença nos livros analisados.

4.1.1. Análise geral

Para facilitar a interpretação dos dados apresentados nessa seção de análise, durante a exposição da primeira obra, os dados obtidos vão sendo apresentados de acordo com a etapa metodológica correspondente, buscando deixar claro como se chegou às informações apresentadas, de forma detalhada. Uma vez que isso tenha sido feito para a primeira obra, a exposição dos dados obtidos na análise dos segundo e terceiro volumes será apresentada de forma mais direta. Ao fim da análise de cada um dos livros, é apresentada uma sistematização dos trechos classificados, em forma de tabela. A análise de toda a coleção, de forma bastante resumida, está sistematizada na imagem a seguir:



IMAGEM 3: Sistematização da análise geral das obras

4.1.1.1. Livro 1

Durante a leitura seletiva, o primeiro volume, “Mecânica”, foi a obra analisada com o menor número de páginas de interesse selecionadas para uma análise mais minuciosa, contando com apenas 24 páginas selecionadas em todo o livro (que conta com um total de 288 páginas, sem contar as orientações para o professor).

A disposição de tais páginas nas partes do livro foi a seguinte: apenas uma página foi selecionada na apresentação do livro, visto que a própria ocorre apenas nesta uma página. Na parte “introdução e finalização de capítulos”, também apenas uma página foi selecionada. É importante denotar, aqui, que a organização desse livro, assim como dos demais volumes da coleção analisada, não conta com muito espaço para introdução de capítulos. Normalmente, parte direto para o conteúdo a ser tratado sem uma apresentação de tal, assim como não há quaisquer textos que tragam um fechamento para os capítulos, que terminam com exercícios ou textos complementares. A separação de unidades é feita em duas páginas, apenas com um pequeno texto para introduzir a unidade que se inicia. Embora a maior parte dos textos complementares presentes nesse livro tratem da aplicação do conhecimento científico sobretudo no âmbito tecnológico, sem abordar seu desenvolvimento, estes se configuram como a área principal que aborda temas de HFC ao ser considerada a proporção de espaço para tais textos: enquanto apenas 14 páginas foram selecionadas ao longo de todas as páginas de conteúdo principal, 8 foram selecionadas para textos complementares. Tal disposição de páginas selecionadas pode ser observada no quadro a seguir:

LIVRO 1		
Parte do livro	Páginas selecionadas	Quantidade
Apresentação do livro	3	1
Introdução e finalização de capítulos e unidades	10	1
Textos complementares	19, 84, 118, 119, 132, 208, 216, 217	8
Conteúdos	12, 13, 14, 97, 134, 185, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 259, 262	14
Total de páginas selecionadas		24

QUADRO 4: Leitura seletiva – Livro 1

Após a leitura seletiva, então, inicia-se a leitura analítica. Nesta, a partir da leitura integral dos textos selecionados (nesse caso, páginas), foram identificadas as ideias-chaves, onde foram

selecionados os trechos específicos que as expressam, a serem categorizados. Dentre as 24 páginas de interesse, foram selecionados, neste primeiro livro, um total de 36 trechos que tratam da atividade científica.

Seguindo a leitura analítica, os 36 trechos selecionados foram, então, categorizados conforme as concepções de Gil-Pérez et al. (2001) com as adaptações de separações, mencionadas na metodologia, e em níveis de aproximação (1, 2 ou 3, caso o trecho se aproxime da concepção inadequada, ou oposição, caso o trecho se oponha à concepção inadequada). Os 36 trechos tiveram um total de 75 categorizações, das quais 61 foram oposições e 14 foram aproximações às concepções inadequadas.

Cada um dos trechos selecionados no livro 1 está apresentado no fichamento da análise, que constitui a parte de sintetização de ideias da leitura analítica. Esse fichamento encontra-se no APÊNDICE B, onde cada trecho foi transcrito, teve sua categorização indicada e, respectivamente, justificada. Para seguir a linha de raciocínio do roteiro de análise, a última etapa deste é a leitura interpretativa, que é justamente o que se apresenta aqui, neste momento.

Nesse primeiro momento de apresentação de trechos selecionados em cada livro, não será feita uma discussão propriamente sobre as concepções encontradas ou contrariadas nos trechos. Aqui serão apenas identificadas quantidades de trechos, aproximações e oposições em cada parte do livro e em cada unidade do livro, para uma ideia geral de onde e, superficialmente, como (se transmitindo concepções inadequadas ou não) a natureza da Ciência encontra-se presente nos livros analisados. Essa análise mais específica de cada concepção será realizada para os três livros analisados juntos, buscando uma compreensão da estrutura conceitual complexa existente em relação à natureza da Ciência ao longo do que seria todo o curso do ensino médio.

Agora, então, será indicada a quantidade de trechos, aproximações e oposições para cada parte do livro. Na apresentação do livro, dos 36 trechos, estavam apenas dois trechos. Esses dois trechos tiveram 6 categorizações, das quais 4 eram oposições e 2 eram aproximações. Já na introdução e finalização de capítulos, apenas um trecho foi selecionado, contendo duas oposições às concepções inadequadas. Os textos complementares, então, contaram com 11 trechos selecionados, em que a categorização demonstrou 17 oposições e 4 aproximações às concepções

inadequadas. Por fim, a parte dos conteúdos contou com o maior número de trechos selecionados, embora isso não signifique que aborde com maior frequência temas de HFC, uma vez que é a parte do livro com mais texto e maior número de páginas. Nesta, foram selecionados 22 trechos com 47 categorizações, das quais 39 foram oposições e 8 foram aproximações.

Encerrando a apresentação geral da análise do livro 1, cabe agora apresentar a disposição dos trechos e sua categorização pelos conteúdos, de acordo com a estrutura da obra. Esta possui 6 unidades: A Ciência Física; Cinemática escalar; Cinemática vetorial; Dinâmica; Estática; e Mecânica dos fluidos – e 14 capítulos. Das 6 unidades, uma não abordou a natureza da Ciência, sem haver quaisquer seleções da páginas e trechos: Estática. É importante frisar que, de todos os capítulos, apenas 6 apresentaram algum trecho que aborde a natureza da Ciência, o que indica uma presença escassa de HFC nesta obra. Assim, mais da metade dos capítulos não abordaram a natureza da Ciência de forma alguma. São eles: Introdução ao estudo dos movimentos; Movimento uniforme; Movimento uniformemente variado; Elementos da cinemática vetorial; Composição de movimentos e lançamentos; Trabalho e potência; Energia mecânica; e Equilíbrio de um corpo.

A unidade “A Ciência Física” incluiu 10 trechos dos 36, com 18 oposições às concepções inadequadas e 3 aproximações. Já a unidade “Cinemática escalar” apresentou apenas 3 trechos em toda sua extensão, todos em um texto complementar do capítulo 5 – movimento vertical. Nesses três trechos, foram identificadas duas oposições às concepções inadequadas da Ciência e uma aproximação. A próxima unidade com trechos selecionados a ser apresentada é “Cinemática vetorial”, cujos trechos de interesse também se fizeram todos presentes em um único texto complementar do capítulo 8 – movimento circular. Foram, aqui, também, três trechos, com 6 oposições e 3 aproximações às concepções inadequadas identificadas. A unidade “Dinâmica” foi a que mais teve trechos selecionados: 16, sendo dois do capítulo 9 – força e movimento e todos os demais do capítulo 12 – gravitação universal, que pode ser considerado então o conteúdo que mais abordou a natureza da Ciência, neste livro. Dentre os 16 trechos, foram identificadas 30 oposições e apenas duas aproximações. A penúltima unidade, “Estática”, não teve nenhum trecho selecionado, não abordando a natureza da Ciência. Por fim, a unidade “Mecânica dos fluidos” apresentou, de forma solta em meio a seus conteúdos, dois trechos que abordavam a natureza da

Ciência, ambos no capítulo 14 – hidrostática e hidrodinâmica. Os dois trechos desta unidade foram categorizados em duas oposições e três aproximações em relação às concepções inadequadas.

Uma sistematização dos trechos analisados no livro 1 encontra-se apresentada no Quadro 5. Essa sistematização, realizada para os três livros, é organizada da seguinte forma: os trechos, numerados, estão expostos de acordo com a parte do livro em que aparecem. Cada linha da tabela corresponde a um trecho, enquanto cada coluna corresponde a uma das concepções inadequadas da atividade científica utilizadas para a categorização. Dessa forma, quando um trecho foi classificado de acordo com alguma concepção, é preenchida a cédula correspondente ao encontro de tal trecho e de tal concepção, de acordo com os níveis de aproximação: 1 (quando o trecho transmite uma concepção, porém sem deixar explícito), 2 (quando o trecho transmite uma concepção de forma clara, porém para um caso específico e não para a Ciência como um todo), 3 (quando um trecho transmite uma concepção de forma clara, atribuindo-a diretamente à atividade científica) ou oposição.

Parte do livro: Apresentação do livro (Total de trechos: 2)										
Trecho	Empírico-indutivista	Ateórica	Rígida	Aproblemática	Ahistórica	Exclusivamente analítica	Acumulativa (cresc. linear)	Individualista	Elitista	Socialmente neutra
1			1			1		Oposição		
2						Oposição	Oposição			Oposição
Parte do livro: Introdução e finalização de capítulos e unidades (Total de trechos: 1)										
3				Oposição	Oposição					
Parte do livro: Textos complementares (Total de trechos: 11)										
Trecho	Empírico-indutivista	Ateórica	Rígida	Aproblemática	Ahistórica	Exclusivamente analítica	Acumulativa (cresc. linear)	Individualista	Elitista	Socialmente neutra
4						Oposição				
5				Oposição						
6					Oposição					
7			3							
8				Oposição	Oposição	Oposição				
9				Oposição	Oposição	Oposição				
10					Oposição			2	2	2
11					Oposição	Oposição				
12		Oposição			Oposição					
13		Oposição			Oposição					Oposição
14				Oposição						
Parte do livro: Conteúdos (Total de trechos: 22)										
Trecho	Empírico-indutivista	Ateórica	Rígida	Aproblemática	Ahistórica	Exclusivamente analítica	Acumulativa (cresc. linear)	Individualista	Elitista	Socialmente neutra
15					Oposição					
16					Oposição					Oposição
17			2		Oposição		Oposição	1		Oposição
18					Oposição			2		
19					Oposição					Oposição
20				Oposição	Oposição		Oposição			
21										Oposição
22					Oposição					Oposição
23	2									
24					Oposição					
25		Oposição			Oposição					
26					Oposição					Oposição
27		Oposição			Oposição					Oposição
28		Oposição			Oposição		Oposição			
29		Oposição		Oposição			Oposição			Oposição
30	1			Oposição						Oposição
31		Oposição								
32		Oposição					Oposição			
33		Oposição								
34		Oposição								
35		1			Oposição					
36	1	1			Oposição					

QUADRO 5: Sistematização de trechos – livro 1.

Esse quadro é um resumo do fichamento realizado, buscando uma melhor visualização dos dados obtidos através da análise do livro 1. É importante ressaltar que está omitida toda a discussão envolvida na categorização de tais trechos, parte essencial do presente trabalho – uma vez que não foi uma análise direta ou simples, mas bastante subjetiva. A presença de cada uma das concepções inadequadas na coleção será discutida mais adiante, após essa apresentação de cada um dos volumes.

4.1.1.2. Livro 2

O volume 2 da coleção já apresentou um aumento significativo da presença de conteúdos de HFC, sobretudo a abordagem da natureza da Ciência, em relação ao primeiro volume. Das 288 páginas do livro, este teve um total de 33 páginas selecionadas, dispostas nas partes dos livros conforme exposto no quadro a seguir:

LIVRO 2		
Parte do livro	Páginas selecionadas	Quantidade
Apresentação do livro	3	1
Introdução e finalização de capítulos e unidades	10, 74, 96, 124	4
Textos complementares	13, 15, 25, 36, 72, 73, 77, 142, 166, 214, 215, 223, 239, 262, 266	15
Conteúdos	18, 21, 78, 80, 82, 89, 114, 117, 126, 127, 173, 183, 230	13
Total de páginas selecionadas		33

QUADRO 6: Leitura seletiva – Livro 2

Neste volume, mantém-se a estrutura do primeiro livro, onde a apresentação do livro é exatamente igual àquele. Por esta razão, a mesma não será novamente apresentada, evitando repetição de informações. Além disso, mantém-se também o pouco espaço destinado à introdução e finalização de capítulos e unidades, assim como o grande enfoque a aplicações tecnológicas nos textos complementares. Algo notável no volume 2 é que, ainda que a maior parte de seu espaço seja destinado à parte de conteúdos, os textos complementares tiveram mais páginas selecionadas do que esta.

Dentre as 33 páginas analisadas no segundo volume, foram selecionados então 46 trechos. Estes foram analisados em 118 categorizações, sendo 79 destas oposições e, 39, aproximações. Conforme já exposto, por ser idêntica ao livro 1, a apresentação do livro contém 2 dos 46 trechos analisados. Já a introdução e finalização de capítulos desta obra é onde mais foram selecionados trechos em comparação a esta mesma parte nos demais volumes, contando com 4 trechos: 8 categorizações, das quais 7 são oposições e 1 é uma aproximação. Os textos complementares possuem a maior parcela de trechos analisados – 23, nos quais foram identificadas 60 categorias: 39 oposições e 21 aproximações. Por fim, a parte dos conteúdos contou com 17 trechos analisados em 44 categorizações: 15 aproximações.

O livro 2 é dividido em 4 unidades, quais sejam: Termologia, Termodinâmica, Óptica e Ondulatória, estruturadas em 16 capítulos, dos quais 13 abordaram o tema, com diferentes frequências e profundidades, e 3 não abordaram o tema. Os capítulos que não abordaram, de forma alguma, a natureza da Ciência são os seguintes: Dilatação térmica; Reflexão da luz; e Lentes esféricas.

A unidade “Termologia” contou com 15 trechos analisados, sendo 10 deles, a maior parte, presentes em textos complementares. Nestes 15 trechos, foram identificadas 27 oposições e 10 aproximações.

Já a unidade “Termodinâmica” teve apenas 10 trechos selecionados, sendo dois deles presentes na introdução ou finalização de capítulos/unidades, dois em textos complementares e os outros seis, então, em conteúdos do livro. Desses 10 trechos, obteve-se a categorização de 14 oposições e 11 aproximações, em que a proporção de aproximações às concepções inadequadas é maior do que nas outras unidades.

A unidade “Óptica” teve 13 trechos selecionados, quantidade próxima à unidade de Termodinâmica. Destes 13, 6 se encontravam nos conteúdos, 6 nos textos complementares e 1 na introdução da unidade, classificando-se em 27 oposições e 10 aproximações, mantendo a maioria de oposições.

Finalmente, a unidade “Ondulatória”, encerrando o livro, conta com 6 trechos, sendo 5 de textos complementares e apenas um presente diretamente no conteúdo. Esses 6 trechos contam, também, com uma proporção ainda maior de aproximações em relação a oposições a concepções inadequadas, com 7 oposições e 5 aproximações.

A sistematização da análise do livro 2 está apresentada no Quadro 7, disposto abaixo:

Parte do livro: Apresentação do livro (Total de trechos: 2)										
Trecho	Empírico-indutivista	Ateórica	Rígida	Aproblemática	Ahistórica	Exclusivamente analítica	Acumulativa (cresc. linear)	Individualista	Elitista	Socialmente neutra
1			1			1		Oposição		
2						Oposição	Oposição			Oposição
Parte do livro: Introdução e finalização de capítulos e unidades (Total de trechos: 4)										
3								Oposição		Oposição
4					Oposição	1				Oposição
5					Oposição			Oposição		
6					Oposição					

Parte do livro: Textos complementares (Total de trechos: 23)										
Trecho	Empírico-indutivista	Ateórica	Rígida	Aproblemática	Ahistórica	Exclusivamente analítica	Acumulativa (cresc. linear)	Individualista	Elitista	Socialmente neutra
7					Oposição		Oposição			
8	1				Oposição	1	Oposição			
9	1	1			Oposição					
10	1	1			Oposição					
11					Oposição					
12					Oposição					
13					Oposição		Oposição			
14	1				Oposição		Oposição			
15		Oposição			Oposição					
16	2	Oposição			Oposição		Oposição			
17					Oposição	3				
18		Oposição						1		
19	2	Oposição			Oposição			2		
20		Oposição			Oposição			2	2	Oposição
21					Oposição		Oposição	1		
22		Oposição			Oposição	Oposição				
23		Oposição								
24		Oposição			Oposição	1	Oposição			
25	1				Oposição			1		
26										Oposição
27	2							1		
28	2				Oposição					
29		Oposição			Oposição					Oposição
Parte do livro: Conteúdos (Total de trechos: 17)										
Trecho	Empírico-indutivista	Ateórica	Rígida	Aproblemática	Ahistórica	Exclusivamente analítica	Acumulativa (cresc. linear)	Individualista	Elitista	Socialmente neutra
30	2				Oposição					
31					Oposição		Oposição			
32	2	Oposição			Oposição		Oposição			
33		Oposição			Oposição					
34	2	1			Oposição			1		
35	2	Oposição			Oposição					
36	2				Oposição					
37	2	1			Oposição					
38					Oposição			1		
39					Oposição			Oposição		
40					Oposição			1		
41					Oposição		Oposição			
42	2				Oposição		Oposição	Oposição		
43					Oposição		Oposição			
44		Oposição			Oposição			Oposição	Oposição	
45	2							1		
46					Oposição			1		

QUADRO 7: Sistematização de trechos – Livro 2.

4.1.1.3. Livro 3

O terceiro volume da coleção é, sem dúvida, a obra analisada que mais aborda a natureza da Ciência. Nesta obra, que possui um total de 272 páginas (descontando as de orientações para o professor), foram selecionadas 52 páginas de interesse – mais do que o dobro em relação à

quantidade selecionada no Livro 1. As páginas selecionadas estão dispostas na obra da seguinte forma:

LIVRO 3		
Parte do livro	Páginas selecionadas	Quantidade
Apresentação do livro	3	1
Introdução e finalização de capítulos e unidades	12, 202	2
Textos complementares	14, 45, 62, 132, 145, 156, 178, 218, 219, 223, 224, 232 , 244, 260, 261	15
Conteúdos	13, 15, 16, 28, 33, 85, 111, 140, 146, 169, 182, 186, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 213, 221, 225, 226, 227, 230, 231, 232 , 236, 237, 239, 242, 243, 253, 255	34
Total de páginas selecionadas		52

QUADRO 8: Leitura seletiva – Livro 3

Assim como o livro 2, este volume também possui uma apresentação do livro idêntica ao volume 1, assim como uma quantidade reduzida de material de interesse em introdução e finalização de capítulos e unidades, ficando a maior parte da análise relacionada a textos complementares e os próprios conteúdos. Nesta obra, em contraste aos livros já apresentados, há uma presença notável da abordagem da natureza da Ciência propriamente em páginas de conteúdo, sendo a HFC um pano de fundo para o estudo de Física no livro e não algo apenas complementar.

Nessas 52 páginas de interesse, foram analisados 78 trechos, com a presença frequente e diversa das concepções utilizadas como base para análise – totalizando 191 categorizações. Dessas 191 categorizações, 155 foram identificadas como oposições e apenas 36 como aproximações a concepções inadequadas.

Tais trechos estão distribuídos da seguinte forma: 2 trechos, conforme já mencionado, na apresentação do livro; 2 trechos na introdução e finalização de capítulos e unidades; 23 trechos nos textos complementares; e 51, maioria dos trechos, nos conteúdos.

Este volume é organizado nas seguintes unidades: Eletrostática; Eletrodinâmica; Eletromagnetismo e Física Moderna, contando com 13 capítulos. Desses 13, apenas o capítulo “Corrente elétrica” não aborda, de forma alguma, a natureza da Ciência em seus textos. No entanto, outros capítulos também demonstraram uma escassez do tema, como os capítulos “Resistores”,

“Geradores elétricos”, “Receptores elétricos” e “Força magnética”, que tiveram, cada, apenas um trecho selecionado.

A distribuição dos trechos nas unidades é bastante discrepante: enquanto a unidade “Eletrostática” conta com 16 trechos, “Eletrodinâmica” com apenas 3 trechos e “Eletromagnetismo” com 10 trechos, a unidade “Física Moderna” ganha um nítido destaque, com 47 trechos presentes.

Em “Eletrostática”, os 16 trechos puderam ser categorizados de 36 formas diferentes, sendo 31 destas oposições e 5 aproximações à concepções inadequadas. Já em “Eletrodinâmica”, os poucos 3 trechos obtiveram 6 categorizações – 4 oposições e 2 aproximações. “Eletromagnetismo”, então, totalizou 27 categorizações em 10 trechos, com 21 oposições e 6 aproximações. “Física Moderna”, encerrando, configurou 82 categorizações em seus 47 trechos, sendo a maioria esmagadora de 66 oposições, contra 16 aproximações às concepções inadequadas.

Como realizado para os livros 1 e 2, a sistematização dos trechos categorizados está exposta no Quadro 9, a seguir:

Parte do livro: Apresentação do livro (Total de trechos: 2)										
Trecho	Empírico-indutivista	Ateórica	Rígida	Aproblemática	Ahistórica	Exclusivamente analítica	Acumulativa (cresc. linear)	Individualista	Elitista	Socialmente neutra
1			1				1	Oposição		
2						Oposição	Oposição			Oposição
Parte do livro: Introdução e finalização de capítulos e unidades (Total de trechos: 2)										
3					Oposição			Oposição		
4				Oposição	Oposição		Oposição			
Parte do livro: Textos complementares (Total de trechos: 23)										
Trecho	Empírico-indutivista	Ateórica	Rígida	Aproblemática	Ahistórica	Exclusivamente analítica	Acumulativa (cresc. linear)	Individualista	Elitista	Socialmente neutra
5			Oposição		Oposição		Oposição			
6					Oposição		Oposição	Oposição		
7					Oposição					Oposição
8								Oposição		
9					Oposição		Oposição			
10					Oposição			Oposição		Oposição
11	1		1		Oposição			Oposição		
12		Oposição			Oposição			Oposição		
13		Oposição			Oposição			Oposição		
14				Oposição	Oposição					Oposição
15					Oposição			Oposição		
16	2	Oposição			Oposição					
17		Oposição		Oposição	Oposição					
18					Oposição					
19				Oposição	Oposição		Oposição	Oposição		
20		Oposição			Oposição		Oposição			
21					Oposição				1	
22					Oposição		Oposição			
23					Oposição					

24			Oposição	Oposição					
25							Oposição		
26				Oposição				Oposição	
27				Oposição				Oposição	
Parte do livro: Conteúdos (Total de trechos: 51)									
Trecho	Empírico-indutivista	Ateórica Rígida	Aproblemática	Histórica	Exclusivamente analítica	Acumulativa (cresc. linear)	Individualista	Elitista	Socialmente neutra
28				Oposição					
29	1	Oposição		Oposição					
30	1			Oposição					
31		Oposição		Oposição		Oposição			
32				Oposição					Oposição
33				Oposição		Oposição			
34	2			Oposição		Oposição			
35	2			Oposição		Oposição			
36	1	Oposição		Oposição					
37				Oposição		Oposição			
38	2			Oposição				1	
39	1							1	
40	1			Oposição				1	
41	1	Oposição		Oposição					
42		Oposição		Oposição					
43				Oposição				1	
44		Oposição		Oposição				1	
45		Oposição		Oposição					
46				Oposição		Oposição			
47				Oposição			3		
48				Oposição		Oposição			
49			Oposição	Oposição				Oposição	
50				Oposição		Oposição			
51	2	Oposição		Oposição		Oposição			
52		Oposição		Oposição					
53		Oposição				Oposição			
54			Oposição	Oposição				1	
55	Oposição	Oposição	Oposição	Oposição				1	
56	Oposição			Oposição		Oposição			
57						Oposição			
58	2			Oposição					
59		Oposição		Oposição		Oposição			
60	2			Oposição				1	
61	2			Oposição					
62		Oposição	Oposição	Oposição					
63		Oposição	Oposição	Oposição		Oposição			
64	1			Oposição					
65		Oposição		Oposição		Oposição			
66	2								
67			Oposição						
68		Oposição		Oposição		Oposição			
69				Oposição		Oposição			
70		Oposição		Oposição				1	
71		Oposição		Oposição				1	
72		Oposição		Oposição			1		
73	1	Oposição		Oposição				1	
74	1	Oposição		Oposição					
75		Oposição		Oposição					
76				Oposição					
77		Oposição		Oposição					
78						Oposição			

QUADRO 9: Sistematização de trechos – Livro 3.

Agora que a presença dos trechos em cada livro foi exposta, é possível fazer considerações gerais sobre a análise como um todo. Nos três livros, poucos trechos se localizavam nas partes de introdução e finalização de capítulos e unidades, uma vez que estas não eram muito extensas, em si. Assim, a maior parte dos trechos foi localizada em textos complementares e em conteúdos. É importante considerar aqui a proporção de espaço a essas duas partes, sendo que textos complementares são partes “extra”, enquanto os conteúdos constituem o essencial da obra. Se esse aspecto é levado em consideração, com exceção do terceiro livro, percebe-se que há uma preocupação com temas de HFC mais frequente em textos complementares do que propriamente no conteúdo a ser trabalhado. Isso parece acontecer no tratamento da Física Clássica, ao passo que a Física Moderna se configura com uma oposição a uma abordagem apenas eventual ou complementar da HFC, sendo toda conduzida por um pano de fundo histórico. A partir disso, vale considerar a possibilidade de ainda existir um pensamento de que HFC é algo complementar e não necessariamente parte do currículo principal quando se trata de assuntos de Física Clássica.

Isso já remete a um outro aspecto notável da análise realizada: a discrepância da abordagem da natureza da Ciência em diferentes assuntos e, por consequência, entre os diferentes volumes analisados. Nessa coleção, por exemplo, a unidade “Física Moderna” abordou a natureza da Ciência, de uma forma ou de outra, em 47 trechos, enquanto a unidade “Mecânica dos fluidos” abordou tal natureza em apenas 2 e as unidades “Cinemática escalar”, “Cinemática vetorial” e “Eletrodinâmica” só o fizeram em 3 trechos cada. Infelizmente, tendo o recorte da pesquisa sido feito para apenas uma coleção, não foi possível analisar essa discrepância mais a fundo, pois seria necessária uma comparação com demais coleções para verificar se isso surge também nestas e nos mesmos conteúdos.

Agora, então, serão apresentados os dados para toda a coleção analisada, indicando a quantidade de trechos analisados em todos os livros, em cada parte do livro (dos três livros) e por unidades (dos três livros), considerando suas categorizações em oposições ou aproximações. Nessa compilação, os trechos presentes na apresentação dos livros serão considerados apenas uma vez, embora presentes nos três livros, assim como só será considerada uma página selecionada para análise.

Assim, foram selecionadas, ao todo, 107 páginas para análise, em um universo de 848 páginas das obras, sem considerar páginas específicas do manual do professor, apenas as destinadas aos estudantes. Embora não se tenha analisado os exercícios, ainda se pode considerar que apenas uma parcela pequena do material aborda temas de HFC e a natureza da Ciência, principalmente por não serem páginas que tratam, em sua totalidade, o conteúdo, mas apenas em algumas partes.

Nessas 107 páginas, foram selecionados 156 trechos que apresentaram 372 categorizações. Esse grande número de categorizações demonstra a complexidade de análise do objeto de estudo, uma vez que cada uma da categorização requereu uma respectiva justificativa e foi realizada de maneira subjetiva. É possível, a partir desses números, obter uma média de aproximadamente 2,4 concepções presentes e analisadas em cada trecho – o que demonstra como as concepções caminham juntas e se interligam no desenvolvimento de uma compreensão da natureza da Ciência, de forma mais ampla.

Em termos da localização em partes do livro, 2 trechos se localizavam na parte apresentação do livro; 7 na introdução e finalização de capítulos; 57 nos textos complementares e 90 nos conteúdos. Já pensando na localização de trechos que abordam a natureza da Ciência de acordo com a unidade, podemos apresentar essas unidades em ordem decrescente de número de trechos analisados: em primeiro lugar, “Física Moderna”, com 47 trechos; em segundo, “Eletrostática” e “Dinâmica”, com 16 trechos cada; em terceiro, “Óptica”, com 13; em quarto, “A Ciência Física”, “Eletromagnetismo” e “Termodinâmica”, todas com 10 trechos em cada; em quinto lugar, “Ondulatória”, com 6 trechos; em sexto, “Cinemática escalar”, “Cinemática vetorial” e “Eletrodinâmica”, com três trechos em cada e, por último, “Mecânica dos fluidos”, com apenas dois trechos selecionados.

Tratando agora mais especificamente das categorizações obtidas para os trechos selecionados, 287 das 372 foram oposições e 85 foram aproximações. Em uma análise numérica fria, isso representaria 77,15% de trechos que desconstruem concepções inadequadas e apenas 22,85% de trechos que ainda as transmitiriam. No entanto, é importante evidenciar outros aspectos que não são contemplados por uma indicação numérica simples: primeiramente, da discrepância entre cada trecho (de tamanho, ênfase e forma de tratamento da natureza da Ciência) assim como,

conforme já indicado na fundamentação teórica, a questão de concepções inadequadas que são transmitidas justamente por omissão, sem que apareçam nesses números.

Ainda assim, essa representação numérica é importante dentro de um universo tão complexo, para tentar se ter uma visão mais próxima do todo. Nesse sentido, é bastante positivo ver que o número de trechos que entram em conflito com as concepções inadequadas, opondo-as, é significativamente maior do que os trechos que as transmitem.

Buscando uma análise que represente mais fielmente a realidade, foram inclusos então os níveis de aproximação na análise realizada. Dentre as 85 aproximações, a maioria (52 trechos) foi classificada no nível de aproximação 1, onde a concepção não é transmitida de forma tão clara, mas subjetiva. Desses 85, 30 foram classificados no nível de aproximação 2, em que a concepção é claramente transmitida, mas para o caso específico em questão. E apenas 3 foram classificadas no nível de aproximação, em que a concepção é claramente atribuída à atividade científica como um todo. Isso reforça a ideia do quanto essas concepções acerca da natureza da Ciência estão presentes de forma sutil e subjetiva nos textos.

Assim, a estruturação de uma compreensão do que é Ciência transmitida por uma coleção inteira se constitui desde a abordagem de casos específicos até passagens que não explicitam a concepção que carregam. Essa sutileza e subjetividade configurou uma complexidade e até uma dificuldade para a realização das análises de cada trecho, porém contribui para reforçar a importância da formação do docente que utiliza os livros para que tenha competência para identificar a maneira como as concepções de Ciência se fazem presentes nos textos, ainda que não de forma tão específica, mas de forma que possa utilizar tais textos de forma consciente em relação à sua postura epistemológica.

Tendo apresentado as análises em termos gerais de quantidade de trechos, oposições e aproximações, forma de apresentação e localização de tais trechos em cada um dos livros e na coleção de forma geral, cabe agora realizar uma discussão mais profunda sobre como cada uma das concepções inadequadas sinalizadas por Gil-Pérez et al. (2001) aparece, ou não, na coleção analisada.

4.1.2. Análise da presença das concepções inadequadas nos trechos analisados

Essa discussão será feita a seguir, com um espaço para cada uma das concepções, o que também vai elucidar como foram obtidos os dados já apresentados anteriormente através do uso de exemplos. Vale lembrar que todos os trechos analisados estão apresentados, categorizados e tiveram suas categorizações justificadas nos apêndices, havendo um apêndice para a análise de cada livro: APÊNDICE B, para o livro 1; APÊNDICE C, para o livro 2 e APÊNDICE D, para o livro 3.

É importante frisar que incluir algum trecho em uma categoria de concepção inadequada acerca da natureza da Ciência, nos níveis de aproximação 1 e 2 (que não são, respectivamente, explícito e generalista), não significa dizer, necessariamente, que aquele trecho está equivocado. Essa ressalva se faz justificável por haverem situações em que algumas dessas concepções possam representar realmente o que se sabe sobre algum estudo específico, embora não representem a atividade científica como um todo.

Um exemplo é o caso de Newton, bastante presente nos livros didáticos, em que este é representado como isolado, realizando seu trabalho sozinho, com uma capacidade inventiva e uma certa “genialidade”, o que transmitiria então as concepções individualista e elitista da atividade científica. Segundo o que se sabe, Newton teria de fato realizado seus trabalhos de forma isolada da comunidade científica, desenvolvendo teorias que inovaram todo o pensamento científico da época, assim como a linguagem matemática, sendo muito jovem. Ainda assim, tais trechos devem ser considerados dentro dessas concepções “inadequadas” por fazerem parte de um todo que, se trazer tais concepções para um número considerável de trechos além destes em que não seriam de todo equivocadas, podem fazer parte de uma construção de uma concepção da natureza da Ciência mais ampla e complexa que carrega tais visões inadequadas, e que será transmitida aos estudantes e docentes expostos a tal material.

É pertinente trazer uma visão geral que permita responder, por fim, como esses livros abordam a natureza da Ciência. Naturalmente, aqui, faz-se uma generalização do observado para uma tentativa de compreensão ampla do material analisado. No gráfico a seguir, então, pode-se

visualizar quantos foram os trechos categorizados para cada concepção, aproximações e oposições, fazendo uma compilação das tabelas exibidas para cada uma destas concepções.

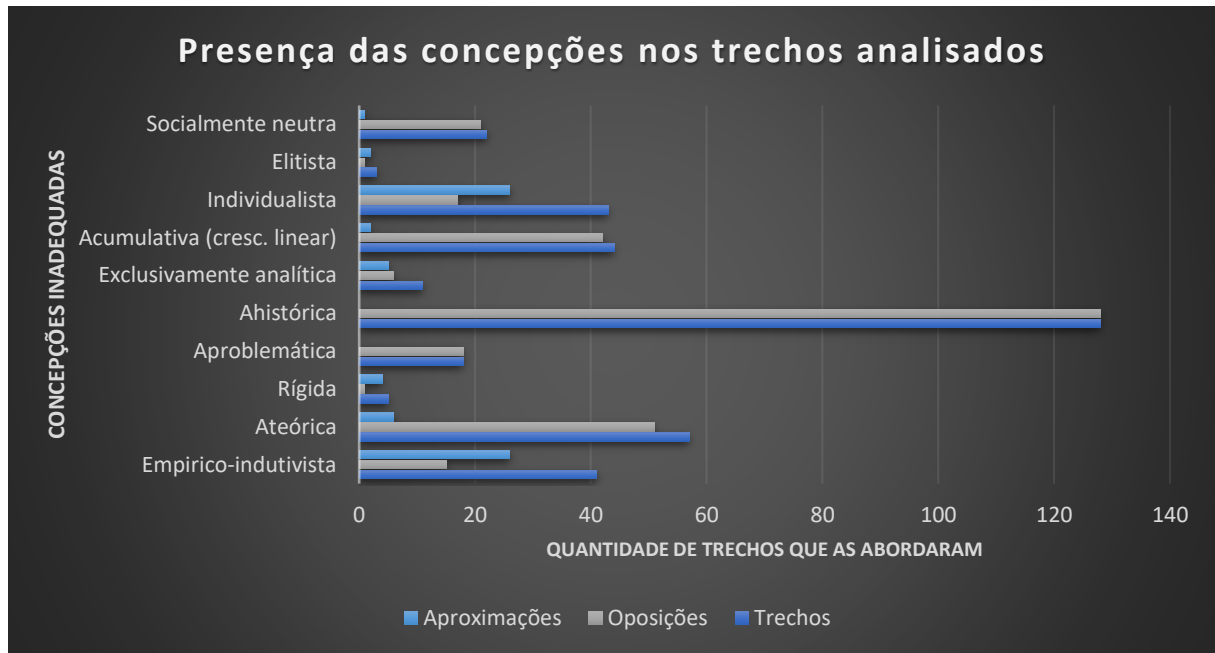


GRÁFICO 1: Presença das concepções inadequadas nos trechos analisados

Com a análise realizada, o primeiro aspecto a ser comentado é que todas as concepções puderam ser analisadas em trechos selecionados, em maior e menor grau.

A concepção socialmente neutra teve oposições em todos os trechos que a abordavam, aparecendo, no entanto, de forma escassa no material como um todo. O mesmo ocorre para a concepção aproblemática. Já a concepção ahistórica foi a mais presente em toda a coleção, sempre em forma de oposição, embora essa tenha sido feita majoritariamente de forma superficial. As concepções elitista, rígida e exclusivamente analítica são as mais preocupantes no sentido de sua escassez. Embora estivessem presentes em alguns trechos, não se pode considerar que os livros deem condições para superá-las, sobretudo considerando que houveram tanto aproximações quando oposições a tais concepções.

A concepção acumulativa e de crescimento linear foi a que teve a análise mais satisfatória, visto que foi possível analisá-la em boa parte dos trechos selecionados, majoritariamente em oposições que, diferentemente da concepção ahistórica, eram mais aprofundadas e categóricas. A concepção individualista, embora bastante presente, não aparece de forma consistente, com

consideráveis aproximações e oposições, de forma que seria desejável que fosse mais amplamente discutida, assim como a concepção atórica que, embora esteja presente e questionada em uma parcela considerável dos trechos, ainda poderia ser mais discutida, sobretudo por ser facilmente transmitida através da omissão.

Por fim, a concepção empírico-indutivista foi a mais problemática na análise, configurando-se a concepção inadequada com mais aproximações em toda a obra. Embora haja oposições a tal concepção, tendo em vista a forte crítica em pesquisas da área a tal concepção e principalmente à sua forte presença em análises anteriores, muito ainda é necessário avançar e discutir para que tal concepção seja superada.

4.1.2.1. Concepção empírico-indutivista

A concepção empírico-indutivista, que trata o desenvolvimento científico como obtido diretamente através da observação de fenômenos e generalização a partir da experimentação, esteve presente nos três livros, com pouquíssimos trechos no livro 1, aumentando até o livro 3. Essa concepção, que é a principal denunciada em pesquisas anteriores da área, assume o posto de primeiro lugar em número de aproximações, junto à concepção individualista, com 26 trechos que transmitem essa concepção. A presença dessa concepção na coleção analisada, em termos de quantidades, está disposta na tabela a seguir:

Trechos categorizados de acordo com a concepção empírico-indutivista				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL
Trechos	3	17	21	41
Oposições	0	13	2	15
Aproximações	3	4	19	26

TABELA 2: Número de trechos categorizados – concepção empírico-indutivista

Em contraste com as demais concepções, um aspecto preocupante da presença da concepção empírico-indutivista é a discrepância entre os trechos que transmitem a concepção (aproximações) e os que se contrapõem à concepção (oposições). Aqui, há um número maior de aproximações do que de oposições a esta. No entanto, a transmissão dessa concepção é, em sua maioria, bastante sutil e subjetiva, sendo que das 26 aproximações, 16 foram categorizadas no nível

1 – ou seja, transmitem a concepção, ainda que não a deixem explícita na passagem. Um exemplo, presente no livro 2, é exposto na citação abaixo:

Para Demócrito, o átomo era o constituinte da matéria e só poderia ser concebido pela razão. Para Gassendi e Boyle, o átomo ainda era indivisível, mas se tratava de um componente real da matéria. Dalton, Gay-Lussac e Avogadro procuraram medir sua massa e volume, inaugurando um atomismo científico. No século XIX, com os experimentos de descargas elétricas em gases rarefeitos, o átomo deixou de ser indivisível e, no século seguinte, havia pelo menos três modelos que estruturavam o átomo já com divisões. Atualmente, o campo da Física que estuda as divisões atômicas e seus componentes é a Física de partículas. (BONJORNO et al., 2016, p. 13)

Vale expor aqui a justificativa para que o trecho exposto seja categorizado como uma aproximação de nível 1 da concepção empírico-indutivista, presente no fichamento dos trechos do livro 2 (APÊNDICE C): ao fim do trecho, ao afirmar que “com os experimentos” o átomo teria deixado de ser indivisível, o trecho carrega em si uma concepção empírico-indutivista da Ciência ao dar a ideia de experimentos cruciais a partir dos quais (e apenas deles) esse desenvolvimento foi possível, embora sem dizer isso de forma direta. Esse exemplo serve como representação da análise realizada para as 16 aproximações da concepção empírico-indutivista, em nível 1.

Os outros 10 trechos considerados aproximações transmitiram claramente a concepção, porém em referência a um caso específico – nível de aproximação 2. É o caso da citação a seguir, presente em texto complementar do livro 3:

Em 1929, o astrônomo estadunidense Edwin Powell Hubble (1889-1935) observou que o Universo estaria em expansão. Essa descoberta baseava-se num fenômeno ondulatório conhecido, o efeito Doppler [...]. No observatório de Monte Wilson, na Califórnia, Hubble percebeu que a maioria das galáxias está se afastando da Terra, por causa do deslocamento para o vermelho da luz que essas galáxias emitem. Baseado em suas medidas, concluiu que há cerca de 12 bilhões de anos toda a matéria estaria concentrada num volume muito menor. (BONJORNO et al., 2016, p. 218)

A justificativa para essa categorização é que o trecho traz em si, de forma clara, a concepção de que Hubble chegou à conclusão de expansão da matéria, que estaria concentrada em um pequeno volume há tantos anos atrás, a partir de seus experimentos – ou seja, que suas medidas e dados teriam “revelado” o comportamento (passado, inclusive), do universo. Dessa forma, transmite claramente a concepção empírico-indutivista da Ciência, embora para apenas esse caso, sem atribuí-la à atividade científica como um todo.

Agora que foram exemplificados trechos demonstrando como essa concepção está presente nos livros analisados, é pertinente, também, demonstrar como houve sua oposição em trechos. Um exemplo está exposto a seguir, presente no livro 3:

A Mecânica clássica estabelece equivalência entre fenômenos observados a partir de diferentes referenciais inerciais. Portanto, o que vimos no exemplo não se encaixa nessa ideia. Assim, no Eletromagnetismo clássico, a referida equivalência parece não existir. Refletindo sobre esse tipo de situação e outras questões, Einstein propôs uma reformulação no conceito de espaço e tempo e estabeleceu dois postulados que são considerados os pilares da Teoria da Relatividade restrita. [...] O 2º postulado foi estabelecido por Einstein, independentemente do experimento de Michelson e Morley. Aliás, Einstein não levou em conta a necessidade do éter, mesmo porque, na explicação do efeito fotoelétrico, que veremos adiante, ele já havia descartado a luz como onda eletromagnética. Para Einstein, a luz era formada de “partículas” de luz. O resultado encontrado por Michelson e Morley dá respaldo experimental ao 2º postulado. (BONJORNIO et al., 2016, p. 209)

A categorização adotada, considerando o trecho uma oposição à concepção empírico-indutivista, justifica-se porque esclarece o não-conhecimento de Einstein acerca do experimento de Michelson e Morley ajuda a contrapor a ideia de uma Ciência que é essencialmente construída através da observação de fenômenos. Assim, evidencia que Einstein não tirou suas ideias da observação e da experiência para então generalizá-las.

Para encerrar a análise da concepção empírico-indutivista, cabe refletir sobre essa presença em relação ao que é dito pelas pesquisas, conforme mencionado em sua seção da fundamentação teórica e na seção “Concepções de Ciência em livros didáticos” deste trabalho. Essas apontam a concepção empírico-indutivista como a mais presente na fala de professores, estudantes e em análises anteriores de livros didáticos. Considerando essa necessidade de superação mais alarmante do que algumas das outras concepções inadequadas, vale ressaltar que a abordagem de tal concepção, sobretudo no sentido de contrapô-la, ainda parece insuficiente. São, afinal, apenas 15 trechos que contribuem para sua superação, em um universo de três livros inteiros.

4.1.2.2. Concepção atórica

A concepção atórica, que transmite a ideia de uma atividade científica neutra, ignorando todo o papel de estruturas teóricas como norteadoras para tal, foi a segunda concepção mais presente nos trechos analisados, totalizando 57 que foram categorizados de acordo com sua ideia.

Na tabela a seguir, estão indicadas as quantidades de trechos, oposições e aproximações em cada um dos livros analisados, assim como em toda a coleção:

Trechos categorizados de acordo com a concepção ateórica				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL
Trechos	1	17	28	57
Oposições	12	13	28	51
Aproximações	2	4	0	6

TABELA 3: Número de trechos categorizados – concepção ateórica

Percebe-se, aqui, uma dominância clara de oposições nos trechos analisados. Isso é algo positivo do ponto de vista de superação de uma concepção inadequada da atividade científica, no entanto, deve-se considerar que a concepção ateórica é uma das concepções que é transmitida, principalmente, através da omissão – ignorando todo o arcabouço teórico em que o cientista ou pesquisador se baseou para nortear toda sua linha de pensamento e, portanto, também suas conclusões. Isso não foi diferente nos livros analisados, sendo que as aproximações foram, basicamente, trechos que narram a construção de conhecimentos científicos sem qualquer menção a corpos teóricos presentes nesse desenvolvimento. Por isso, inclusive, todas as aproximações foram de nível 1, transmitindo a concepção sem deixá-la, no entanto, explícita. Isso pode ser visualizado no trecho exemplar exposto a seguir, presente no livro 2 e também classificado como oposição à concepção ahistórica e aproximação às concepções individualista e empírico-indutivista:

Em 1660, o físico inglês Robert Boyle (1627-1691) realizou uma série de experiências submetendo uma mesma massa de um gás, mantida à temperatura constante, a diversos valores de pressão. [...]. Analisando os resultados, Boyle observou que ao dobrar, triplicar, quadriplicar a pressão, o volume ocupado pelo gás se reduzia à metade, à terça parte, à quarta parte, e assim por diante. Ou seja, Boyle descobriu experimentalmente que as variáveis de estado, pressão e volume de um gás eram inversamente proporcionais. Dessa forma, podemos enunciar a lei de Boyle: Mantendo-se constante a temperatura de certa massa de gás, o volume e a pressão desse gás são inversamente proporcionais. (BORJORNÓ et al., 2016, p. 78)

Quando se fala em oposição à concepção ateórica, trata-se então, basicamente, do caminho inverso: de trechos que abordam a influência teórica na atividade científica. É o caso do trecho a seguir, presente no livro 3 e também classificado como oposição às concepções ahistórica e aproblemática:

Nessa época que a Teoria da Relatividade (1916) estava sendo discutida pelos cientistas, e os modelos de Universo que surgiram nessa época tentavam levar em consideração os efeitos relativísticos. Georges-Henri Édouard Lemaître (1894-1966), padre católico, astrônomo e físico belga, propôs um modelo no qual o Universo estaria compactado em uma única partícula, diferente de tudo que conhecemos, e que através dos tempos fora se desdobrando, dividindo-se, gerando o Universo em expansão que Hubble havia decifrado. Apesar de todas as previsões teóricas, o modelo proposto por Lemaître apresentava problemas: não conseguia explicar as atuais velocidades de expansão do Universo, e como consequência direta disso o Universo seria muito mais novo do que se poderia imaginar. (BORJORN et al., 2016, p. 218)

O trecho demonstra como os conhecimentos científicos são construídos no decorrer da história com base em teorias anteriores. Nesse caso específico, trata da adoção da Teoria da Relatividade pelos pesquisadores para o desenvolvimento de seus estudos. Por esta razão, foi categorizado como uma oposição à concepção ateuórica da Ciência.

Além de esta ser a segunda concepção mais presentes nos trechos analisados, é também a concepção com mais oposições encontradas. Isso sinaliza algo bastante positivo, embora, na totalidade dos livros analisados, não seja algo presente uniformemente na abordagem de desenvolvimento de conhecimentos. Assim, ainda é necessária uma atenção à transmissão de tal concepção por omissão, principalmente ao considerar que 128 trechos transmitiram, de alguma forma, a ideia de que os conhecimentos são construídos historicamente (o que será abordado na seção referente à concepção ahistórica), mas, em relação a esse número, menos da metade comenta sobre o papel desempenhado pela teoria na atividade científica.

4.1.2.3. Concepção rígida

A concepção rígida, que assume a existência de um único método científico através do qual chega-se à verdade, teve uma presença bastante escassa nos trechos analisados. Assim, dos três volumes analisados, apenas 5 trechos apresentaram, de alguma forma, ideias relativas a essa concepção. Dentre eles, a concepção se fez presente em um dos trechos da apresentação do livro. Dessa forma, para compilação de quantas vezes esta se fez presente e como, esse trecho será considerado apenas uma vez no total de trechos e de aproximações. A disposição dessa concepção nos livros está apresentada na tabela abaixo.

Trechos categorizados de acordo com a concepção rígida				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL

Trechos	3	1	3	5 (duas repetições)
Oposições	0	0	1	1
Aproximações	3	1	2	4 (duas repetições)

TABELA 4: Número de trechos categorizados – concepção rígida

Um aspecto alarmante da análise é a maioria expressiva dos trechos sinalizados transmitir essa concepção, ao invés de opô-la. Nesses trechos de aproximação, dois foram considerados de nível 1, sem deixar a concepção explícita, um foi de nível 2, transmitindo-a claramente, porém para um caso específico, e um foi de nível 3, transmitindo-a explicitamente em referência à atividade científica de forma geral.

O trecho que transmite essa concepção com um maior nível de aproximação estava presente no livro 1. Esse trecho está exposto abaixo, assim como a explicação e justificativa para que tenha sido categorizado de tal forma.

Galileu começou a dar forma ao que hoje todo cientista experimental faz em seu trabalho. Ele é um dos grandes responsáveis pelo que hoje chamamos de metodologia científica, trocando a abordagem qualitativa, adotada anteriormente, pela abordagem quantitativa e descritiva dos fenômenos observados. (BONJORNO et al., 2016, p. 84)

O trecho apresentado remete diretamente à atividade científica como um todo. Afirma a existência de uma metodologia científica, atribuindo-a necessariamente uma abordagem específica. Isso vai de encontro à concepção rígida da Ciência no nível de aproximação 3, uma vez que expõe essas ideias de forma clara e as atribui à atividade científica de forma geral.

Nos trechos analisados, no entanto, a concepção também foi identificada de forma mais sutil. Cabe aqui trazer, então, um exemplo de aproximação de nível 1, que foi identificado em duas das quatro aproximações. O exemplo exposto a seguir é parte da apresentação do livro, estando presente nos três volumes. Além da categorização como aproximação à concepção rígida em nível 1, também foi classificado como aproximação à concepção empírico-indutivista, em mesmo nível, e oposição à concepção individualista.

A Física é a área da Ciência que investiga o Universo. Os cientistas, em conjunto, buscam compreendê-lo e, para isso, utilizam formulação de hipóteses e atividades experimentais. A Física, associada a outras áreas e disciplinas, tem uma importância fundamental no desenvolvimento tecnológico, que proporciona, principalmente a nós, seres humanos, conforto, praticidade e qualidade de vida. (BONJORNO, 2016, p. 3)

Quando o trecho diz que, para compreender o Universo, os cientistas utilizam hipóteses e experimentos, dá a ideia de que o desenvolvimento da Ciência se dá apenas com a utilização desses

procedimentos e que, seguindo-os, o conhecimento científico será construído. Isso traz uma aproximação com a concepção rígida da atividade científica, onde há um método a ser seguido que resultará nos conhecimentos científicos. No entanto, a exclusividade e “sucesso garantido” dos procedimentos apontados não estão explícitos no trecho, deixando essa concepção presente de forma subjetiva – assim, aproxima-se de tal no nível 1 de aproximação.

Partindo do princípio que o ideal seria a construção de uma compreensão mais adequada da natureza da Ciência a partir de rejeições às concepções inadequadas, é desejável que os trechos tragam oposições à concepção rígida. Isso foi observado apenas em um de todos os trechos analisados. Esse trecho encontra-se no livro 1, e também foi considerado como oposição às concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear. Está exposto a seguir:

No século XVIII, época em que já se começavam a desenvolver dispositivos para armazenar e produzir eletricidade, uma das primeiras aplicações desse novo conhecimento ocorreu na Medicina. Muitos médicos passaram a utilizar a eletricidade por acreditar que ela poderia curar diversas doenças. Chegou-se a pensar na eletropia como procedimento que pudesse curar todos os males. Alguns experimentos foram bem documentados e estudados; outros se aproximavam mais do fantástico e do charlatanismo do que da própria Ciência. Não podemos, entretanto, julgar os acontecimentos históricos tendo como base o conhecimento atual, pois os erros na Ciência contribuem tanto quanto os acertos e, na falta de uma verdade absoluta, resta-nos estudar e tentar compreender a aceitação e utilização dessas ideias em seu próprio contexto. (BONJORNO et al., 2016, p. 14)

Percebe-se, no trecho apresentado, que este aborda as diferentes formas de pensamento ao longo do tempo e os erros da Ciência, assim como diferentes formas de realização de experimentos. Isso contrapõe a ideia de um método científico exato a ser seguido, através do qual é encontrada a verdade, sem a suposição de erros. Dessa forma, contrapõe a concepção rígida da Ciência.

Em poucas palavras, pode-se perceber que, embora a concepção rígida esteja presente na coleção e seja categoricamente negada em um dos trechos analisados, a abordagem dessa concepção é bastante escassa no material, podendo-se considerar que este pode transmiti-la, principalmente pelos trechos serem mais aproximações do que oposições. Pensando nesta como uma concepção a ser evitada, seria desejável que a ideia de um único método científico da Ciência fosse mais abordada e questionada.

4.1.2.4. Concepção aproblemática

A concepção aproblemática da Ciência, que ignora a existência de problemas em corpos teóricos e seu papel no desenvolvimento do conhecimento científico, esteve presente nos livros analisados conforme a tabela apresentada abaixo.

Trechos categorizados de acordo com a concepção aproblemática				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL
Trechos	7	0	11	18
Oposições	7	0	11	18
Aproximações	0	0	0	0

TABELA 5: Número de trechos categorizados – concepção aproblemática

Considerando a totalidade apenas dos trechos que puderam ser analisados à luz de tal concepção, o resultado é, aparentemente, bastante positivo – 100% de tais trechos a opuseram! Um exemplo dessas oposições está exposto abaixo, retirado do livro 1.

No final do século XIX e início do século XX, a forma de pensar a Física sofreu uma mudança significativa, pois os modelos teóricos vigentes não eram capazes de explicar os fenômenos experimentados, por exemplo, da interação da matéria nas altas energias produzidas pelo eletromagnetismo ou de observações feitas por grandes telescópios. Max Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955) são os representantes dessa nova Física: a Quântica e a Relativística, respectivamente. A Mecânica Quântica tenta explicar fenômenos que ocorrem no mundo das partículas atômicas e subatômicas. Os conceitos de posição e energia já não seguem as leis propostas por Newton. Por sua vez, a relatividade procura descrever o movimento com velocidades próximas à velocidade da luz, substituindo os conceitos newtonianos de tempo e espaço. (BONJORNO et al., 2016, p. 14)

O trecho, também classificado como uma oposição à concepção acumulativa e de crescimento linear, demonstra a incapacidade de uma teoria vigente de explicar alguns fenômenos, surgindo uma questão problemática que remete à necessidade de desenvolvimento de uma nova teoria na Ciência. Em resumo, todos os 18 trechos abordam, de maneiras menos e mais explícitas, essa dimensão problemática determinante no desenvolvimento da Ciência.

No entanto, é importante fazer a seguinte reflexão: como um trecho poderia expressar, em seu conteúdo, tal concepção?

Para que isso ocorresse, o trecho teria que afirmar a não existência de problemas no desenvolvimento científico, o que é algo bastante extremo e até ousado – o que não é de se esperar na abordagem da Ciência, sobretudo em livros didáticos. Assim, deve-se considerar que essa é uma

concepção transmitida, principalmente, por omissão. Se problemas no desenvolvimento científico não são apresentados aos estudantes ao longo de sua formação, é fácil que eles suponham que tais problemas não existiram.

A partir dessa perspectiva, o resultado obtido já não fica, mais, tão positivo no sentido de superação à concepção inadequada. Se esta pode ser transmitida por omissão, podemos pensar não que 100% dos 18 que a abordaram a recusaram, mas que 138 dos 156 trechos (cerca de 88,5%) deram abertura para que tal concepção inadequada fosse transmitida.

4.1.2.5. Concepção ahistórica

A concepção ahistórica da Ciência, que desconsidera a construção do conhecimento científico como algo desenvolvido no decorrer do tempo (e que nem sempre existiu ou esteve disponível), foi a que teve maior destaque na análise dos trechos selecionados. Em termos numéricos, ficou em primeiro lugar como a concepção mais presente na categorização e, também, como a concepção mais refutada por tais trechos, sendo que todos os que a abordavam de alguma forma foram classificados como oposições à mesma. A disposição de tais trechos está indicada na tabela a seguir.

Trechos categorizados de acordo com a concepção ahistórica				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL
Trechos	22	38	68	128
Oposições	22	38	68	128
Aproximações	0	0	0	0

TABELA 6: Número de trechos categorizados – concepção ahistórica

Pensando em termos numéricos, poderíamos afirmar que 82% dos trechos analisados indicaram uma superação dessa concepção inadequada. No entanto, é imprescindível comentar que a maioria dessas oposições foram bastante superficiais, no sentido de muitas vezes apenas fazer a indicação do ano em que algum trabalho ou estudo foi desenvolvido. É o caso do exemplo a seguir, presente no livro 1 (também considerado uma aproximação implícita à concepção atórica):

Por volta de 1650, Blaise Pascal, filósofo, matemático francês (1623-1662), descobriu que qualquer aumento de pressão em um líquido transmite-se igualmente a todos os pontos desse líquido, inclusive às paredes do recipiente que o contém. Essa descoberta ficou conhecida como princípio de Pascal. (BONJORNO et al., 2016, p. 259)

Embora essa abordagem superficial do desenvolvimento histórico, apenas mencionando um ano, deixe claro que o conhecimento ali desenvolvido nem sempre existiu, mas foi construído e por isso tenha sido considerada uma oposição ahistórica, essa oposição não ocorre de maneira tão explícita. Porém, em alguns outros trechos, a dimensão histórica da construção de conhecimento científico é abordada mais profundamente, como no exemplo a seguir (também do livro 1):

Muitas civilizações desenvolveram as mais variadas explicações para os fenômenos observados no céu, que influenciaram as ações humanas e o interesse pelas Ciências. Uma delas foi a grega, que acreditava ser a Terra o centro do Universo, por isso estaria fixa, enquanto o Sol a Lua, os planetas e as estrelas giravam em torno dela. Alguns gregos consideravam que esse movimento circular era perfeito, inclusive Aristóteles no século IV a. C. (BONJORNIO et al., 2016, p. 201)

Aqui, o texto trata as diferentes maneiras com que as civilizações pensaram sobre o Universo ao longo da história. Isso implica um aspecto dinâmico da Ciência no decorrer do tempo, uma forte oposição à concepção ahistórica.

Dentre as concepções analisadas, a concepção ahistórica certamente foi a que mais se encontrou recusas ou questionamentos no material analisado. No entanto, é imprescindível remeter aqui à pertinência de uma análise específica para como é apresentado o conteúdo histórico nesses livros. Ainda que não fosse foco da análise aqui presente, alguns pequenos equívocos históricos puderam ser percebidos na análise das concepções de Ciência presente nas obras. Um deles foi, por exemplo, a afirmação categórica de que Galileu teria, de fato, realizado experimentos físicos (não mentais) para chegar em todas as suas conclusões a respeito do movimento dos corpos. Considerando os trabalhos de Martins (1998 e 2001), em que o autor critica a forma como a Física é abordada sobretudo na perspectiva história, enfatiza-se aqui a importância de uma abordagem histórica comprometida com sua acurácia e atenta a suas possíveis interpretações, ao invés de uma abordagem histórica apenas por ela mesma, de qualquer maneira, justamente considerando as concepções inadequadas da atividade científica que muitas vezes esta pode transmitir.

4.1.2.6. Concepção exclusivamente analítica

A concepção exclusivamente analítica, que supõe uma fragmentação do conhecimento científico e ignora as tentativas de conciliação entre as áreas na compreensão dos fenômenos da natureza, fez-se presente em dois trechos da apresentação dos livros, configurando uma oposição

em um e uma aproximação (nível 1) em outro. Dessa forma, na compilação dos valores totais, esses trechos, oposição e aproximação serão desconsiderados para o livro 2 e 3, uma vez que se trata exatamente do mesmo texto. Essa compilação está exposta na tabela a seguir:

Trechos categorizados de acordo com a concepção exclusivamente analítica				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL
Trechos	6	7	2	11 (quatro repetições)
Oposições	5	2	1	6 (duas repetições)
Aproximações	1	5	1	5 (duas repetições)

TABELA 7: Número de trechos categorizados – concepção exclusivamente analítica

Percebe-se que a concepção exclusivamente analítica não foi muito presente nos trechos analisados, sendo que nem 10% dos trechos selecionados trouxeram aspectos referentes a tal concepção. Em termos de aproximações e oposições, há um equilíbrio, sem que haja uma considerável maioria de transmissões ou contraposições. Algo a ser comentado, no entanto, é que das 5 aproximações, apenas uma ocorreu no nível de aproximação 3, de forma clara e em referência à atividade científica de forma geral. Esse trecho está apresentado a seguir, retirado do livro 2:

No século XVII as áreas do conhecimento científico não apresentavam as mesmas delimitações como conhecemos hoje. Um tratado sobre filosofia natural poderia abranger temas de Física, química, biologia, astronomia, meteorologia, astrologia e alquimia sem maiores consequências. J. B. Van Helmont (1579-1644) foi um médico e filósofo químico do século XVII. Suas contribuições no campo da Química e da Medicina são pesquisadas até hoje pelos historiadores da Ciência. A Van Helmont é atribuída a criação do termo gás (BONJORNO et al., 2016, p. 77)

O trecho foi classificado dessa forma pois assume claramente a ideia de que, na atualidade, as áreas do conhecimento são segregadas, com focos de estudo delimitados, ainda que não tenham sido sempre assim. Já uma maneira de contrapor essa concepção exclusivamente analítica da Ciência está exposta no trecho abaixo, do livro 1:

Deve-se ressaltar que não se pode associar esse desenvolvimento da Ciência a apenas uma área, visto que a nanotecnologia está relacionada aos mais diversos campos de pesquisa em escala nanométrica, como a Medicina, a Eletrônica, a Ciência da computação, a Física, a Química, a Biologia e a Engenharia dos materiais (BONJORNO et al., 2016, p. 19)

O trecho de oposição enfatiza diretamente a relação, associação e envolvimento entre as diferentes áreas do conhecimento no desenvolvimento da Ciência (nesse caso, tratando especificamente do surgimento da nanotecnologia). Por isso, opõe-se à concepção exclusivamente analítica da atividade científica.

No decorrer da história, essa fragmentação foi ocorrendo para facilitar a sistematização do conhecimento, inclusive com o intuito de viabilizar a sua aprendizagem e especializar seus estudos. No entanto, na abordagem desses conhecimentos específicos, muitas vezes se perde a visão da Ciência como um corpo complexo que os envolve e relaciona, havendo uma necessidade da abordagem integralizada dessas áreas como parte de um todo, que constitui a Ciência. Na obra analisada, essa integração foi muito pouco abordada e, nos trechos em que pôde ser identificada, em maioria, não ocorreu de maneira explícita.

4.1.2.7. Concepção acumulativa e de crescimento linear

A concepção acumulativa e de crescimento linear, que assume a evolução dos conhecimentos científicos como um processo acumulativo sempre ascendente, ignorando as revisões e rupturas teóricas no desenvolvimento da Ciência, pôde ser identificada 44 dos trechos analisados. A disposição de tais trechos está demonstrada na tabela abaixo. Vale considerar que, na parte de apresentação do livro, a concepção foi abordada em um dos trechos, que a opunha. Portanto, ao contabilizar o total de trechos, oposições e aproximações, foram descontadas as duas repetições ocorridas nos livros 2 e 3.

Trechos categorizados de acordo com a concepção acumulativa de crescimento linear				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL
Trechos	6	13	27	44 (duas repetições)
Oposições	6	13	25	42 (duas repetições)
Aproximações	0	0	2	2

TABELA 8: Número de trechos categorizados – concepção acumulativa e de crescimento linear

Dos 44 trechos analisados à luz de tal concepção, percebe-se que 42 abrangem oposições a esta. Esse é um número bastante expressivo, que significa dizer, a grosso modo, que quase um terço de todos os trechos que abordaram, direta ou indiretamente, a natureza da Ciência, contribuíram para a superação da concepção acumulativa e de crescimento linear. Vale comentar, também, que em mais de um trecho a coleção demonstrou uma contemplação da epistemologia de Kuhn, cujo trabalho foi essencial para os estudos contemporâneos. Utilizou termos bastante característicos de sua obra, como a ideia de ruptura com um paradigma vigente na Ciência – essa ruptura com um paradigma é, justamente, uma oposição à concepção aqui discutida, que considera o

desenvolvimento científico meramente acumulativo. Pode ser feita uma discussão sobre o quanto a utilização desses termos realmente contribui para que a ideia seja acessível a estudantes de Ensino Médio, sobretudo por serem tão complexos e discutidos mesmo no âmbito de especialistas na área, mas isso fugiria do objetivo do presente trabalho. A utilização de tais termos e oposição à concepção acumulativa e de crescimento linear podem ser observadas no trecho apresentado a seguir, retirado do livro 1:

Adepto ao sistema heliocêntrico que, considerando as anotações de Tycho Brahe referentes ao movimento dos planetas, Johannes Kepler aperfeiçoou as ideias de Copérnico. Mas por causa da perseguição aos protestantes foi para Praga, onde dedicou muitos anos de estudo aos movimentos dos astros, mesmo depois da morte de Brahe. O alemão era fascinado pela ideia de um universo harmônico, e suas pesquisas o levaram a descobrir evidências nos movimentos planetários que justificariam a escolha do heliocentrismo e resolveriam muitos problemas que o próprio Copérnico não foi capaz de solucionar. A constatação de que as órbitas - até então circulares, tanto no modelo geocêntrico de Aristóteles e Ptolomeu como no heliocêntrico de Copérnico - eram elípticas talvez tenha sido a principal ruptura com o paradigma vigente (BONJORNIO et al., 2016, p. 203)

Embora as oposições tenham sido maioria expressiva nos trechos analisados, vale demonstrar, também, como ocorreram as aproximações à tal concepção. Os dois trechos que transmitiram essa concepção o fizeram em níveis diferentes – um foi categorizado como uma aproximação de nível 1, e o outro, de nível 3.

A aproximação de nível 3, mais explícita e referente à atividade científica propriamente, foi identificada no seguinte trecho do livro 3: “A história da Ciência não tem demarcações precisas, uma vez que uma descoberta leva a outra, encadeando o trabalho de inúmeros pesquisadores ao longo do tempo. [...]” (BONJORNIO et al., 2016, p. 204). O trecho, embora tenha sido classificado como uma oposição à concepção individualista e à concepção ahistórica, foi classificado como aproximação à concepção aqui discutida por trazer, de forma bem clara, um processo histórico da Ciência essencialmente acumulativo, em que um trabalho leva o outro. Ignora, portanto, quaisquer possibilidades de problemáticas, erros ou descontinuidades na evolução da Ciência.

A outra aproximação ocorreu de maneira mais sutil, sem que a concepção estivesse presente de maneira tão explícita. O trecho, também retirado do livro 3, é o seguinte:

Pensando na dualidade onda-partícula apresentada pela luz e em questões ligadas à simetria, o físico francês Louis de Broglie associou o caráter dual também às partículas materiais (elétrons, prótons etc.). Em outras palavras, ele dotou a matéria de uma

frequência e um comprimento de onda, utilizando a quantidade de movimento linear de módulo Q . [...]. As ideias de De Broglie tiveram confirmação nas experiências realizadas em 1927 pelos físicos estadunidenses Clinton Joseph Davisson (1881-1958) e Lester Germer (1896-1971) sobre a difração de elétrons. Posteriormente, experiências realizadas na Alemanha confirmaram a difração com partículas alfa e, em meados dos anos 1930, também com íons e nêutrons. Assim, a natureza dual da matéria foi definitivamente aceita nos meios científicos (BONJORNO et al., 2016, p. 237)

O trecho foi categorizado como transmissor da concepção acumulativa e de crescimento linear por afirmar que a natureza dual da matéria foi “definitivamente” aceita nos meios científicos. Ainda que não seja de forma direta, dá um caráter final, definitivo à teoria, como se a partir de tal momento esta teoria vai ser para sempre aceita, apenas melhorada, sem dar espaço para refutações da mesma.

Por fim, ainda que tenham sido identificadas aproximações, a análise realizada aponta no sentido da superação da concepção acumulativa e de crescimento linear, principalmente pela atenção dos autores a trabalhos epistemológicos.

4.1.2.8. Concepção individualista

A concepção individualista – aquela que trata a atividade científica como individual, sem considerar o caráter coletivo da Ciência – foi identificada em 24 trechos analisados, sendo estes igualmente divididos em oposições e aproximações. Assim como na concepção anterior, a concepção individualista teve uma oposição em um dos trechos presentes na apresentação do livro. A repetição desse trecho nos livros 2 e 3 foi desconsiderada nos valores totais de trechos e oposições, portanto. A disposição de tal concepção nos livros encontra-se apresentada na tabela a seguir:

Trechos categorizados de acordo com a concepção individualista				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL
Trechos	4	17	24	43 (duas repetições)
Oposições	1	6	12	17 (duas repetições)
Aproximações	3	11	12	26

TABELA 9: Número de trechos categorizados – concepção individualista

Vale comentar, aqui, que a concepção individualista foi, entre as categorias, a que mais ofereceu desafios em sua identificação, na realização da pesquisa. Isso porque ela pode ser identificada de diferentes formas nos trechos: primeiramente, em trechos que abordam o trabalho

de algum pesquisador individualmente, sem qualquer menção à existência de uma comunidade científica e a outros atores envolvidos no desenvolvimento científico em questão ou, de uma outra maneira, abordando trabalhos de diferentes pesquisadores e cientistas, porém que, cada um, tenha sido realizado de forma individual. Nesse segundo caso, seria como se a o trabalho científico fosse o coletivo de diversos trabalhos individuais.

Frente a essa dificuldade na categorização, optou-se por categorizar como aproximações à concepção individualista apenas os trechos que a transmitem “totalmente”, ou seja, sem qualquer menção a outros atores e à existência de uma comunidade científica, o que traria uma dimensão cooperativa e coletiva à atividade científica. Para isso, foi levado em consideração, além do conteúdo do trecho em si, seu contexto – às vezes, o próprio trecho não faz referência à comunidade científica ou outros atores, mas o texto onde se insere, sim. Nesses casos, o trecho não foi classificado como aproximação a tal concepção. Isso porque o desejado, aqui, é uma análise tão objetiva quanto possível, sem tentar trazer interpretações que não podem ser identificadas em uma leitura, dado o referencial teórico como embasamento para tal.

Mesmo tendo sido feito esse recorte para a classificação dos trechos como aproximações à concepção individualista, a maior parte dos trechos analisados à luz de tal concepção ainda a transmitem, embora isso tenha sido identificado somente nos níveis de aproximação 1 – de forma não explícita – em 22 trechos e 2 – de forma explícita, porém apenas para o caso em questão – em 4 trechos.

Essa transmissão clara da ideia de um trabalho científico individual, porém para casos específicos (nível de aproximação 2), pode ser facilmente identificada no trecho a seguir, retirado do livro 1:

No entanto, todo o seu [de Heaviside] trabalho científico foi feito em casa, onde ele se isolava de qualquer contato com o mundo acadêmico. Na verdade, Heaviside era autodidata desde seus 16 anos, ou seja, aprendeu quase tudo por conta própria, sem a companhia sequer de um colega para compartilhar dúvidas e certezas. Os problemas enfrentados desde a infância fizeram que ele se afastasse do convívio social e se tornasse uma pessoa hostil. Entretanto, a sua importância para a Ciência e contribuição para o estudo dos vetores nos tempos modernos foi fundamental (BONJORNIO et al., 2016, p. 119)

As aproximações mais sutis, transmitindo tal concepção, porém de maneira não explícita (nível de aproximação 1), ocorreram principalmente através da omissão da dimensão coletiva e cooperativa da atividade científica, que é o caso do trecho a seguir, presente no volume 3 da coleção: “O físico francês Claude Pouillet verificou que a diferença de potencial entre os polos do gerador é a mesma que nos terminais do resistor. [...]. Essa relação ficou conhecida como lei de Pouillet.” (BONJORNNO et al., 2016, p. 111).

Agora, vale também elucidar as maneiras de oposição a tal teoria identificada nos livros analisados. Um trecho que o faz de forma bastante clara, trazendo uma perspectiva cultural e humana para o desenvolvimento científico (também se opondo à concepção ateorica, inclusive), é apresentado a seguir, presente no livro 2:

O que o astrônomo e matemático holandês Willebrord Snellius (1580-1626) e o filósofo e matemático René Descartes (1596-1650) têm em comum? Os dois pensadores concluíram, independentemente, a lei da refração. Como isso é possível? O antropólogo brasileiro Roque de Barros Laraia, ao discutir em seu livro *Cultura: um conceito antropológico* algumas das ideias do antropólogo americano Alfred Louis Kroeber, afirma que o homem é o resultado do meio cultural em que foi socializado, um herdeiro de um longo processo acumulativo, que reflete o conhecimento e a experiência adquiridos pelas numerosas gerações que o antecederam. A manipulação adequada desse patrimônio cultural [adquirido por gerações anteriores] permite as inovações e as invenções. Estas não são, pois, o produto da ação isolada de um gênio, mas o resultado do esforço de toda uma comunidade. [...] (BONJORNNO et al., 2016, p. 173)

Outro trecho, que também contrapõe a concepção individualista da Ciência, porém não de maneira tão enfática, está exposto a seguir, retirado do livro 3: “Neste capítulo, você vai entender que por trás de todos esses fenômenos estão as cargas elétricas e as forças produzidas por elas. E vai saber também como se construiu todo esse conhecimento ao longo de muitas gerações de pesquisadores, desde a Antiguidade.” (BONJORNNO et al., 2016, p. 12).

Um aspecto que deve ser levado em consideração é, justamente, que a abordagem numérica, apenas, não expõe as nuances entre os trechos. Como pode ser percebido pelos trechos aqui apresentados, embora o maior número de trechos tenha sido categorizado como aproximação à concepção, as oposições são bem mais categóricas ao tratar da atividade científica do que as aproximações, em que não houve uma sequer de nível 3, que seria uma equiparação às oposições apresentadas.

Em resumo, a concepção individualista ainda se faz presente nos livros didáticos, pelo menos de acordo com a coleção analisada. No entanto, também se fazem presentes oposições a tal concepção, dando indícios de avanços no sentido de sua superação.

4.1.2.9. Concepção elitista

A concepção elitista, que atribui ao cientista ou pesquisador uma característica de excepcionalidade, com atributos intelectuais acima das outras pessoas na sociedade – uma figura de “gênio”, foi a concepção que menos foi identificada nos trechos, seja na forma de oposição ou de aproximação. Um dos livros, no caso do volume 3, não apresentou um trecho sequer que pudesse ser analisado à luz de tal concepção. A disposição dos trechos que puderam ter tal classificação está representada na tabela a seguir:

Trechos categorizados de acordo com a concepção elitista				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL
Trechos	1	2	0	3
Oposições	0	1	0	1
Aproximações	1	1	0	2

TABELA 10: Número de trechos categorizados – concepção elitista

Percebe-se, então, que os livros tiveram dois trechos que transmitiram essa concepção, e um trecho que se opõe a essa concepção. Os trechos que a transmitiram, classificados como aproximações, no entanto, fizeram nos níveis de aproximação 1 e 2 – ou seja, um deles a transmitiu de forma não explícita, mas subentendida, enquanto o outro a transmitiu tratando-se de um caso específico. Este segundo está exposto a seguir, retirado do livro 2:

Arquimedes é considerado por muitos cientistas e historiadores um dos primeiros físicos da história da humanidade. Exímio engenheiro, físico, geômetra e matemático, é responsável por vários feitos na Física válidos até hoje. O teorema de Arquimedes sobre empuxo é um exemplo. Algumas histórias curiosas envolvem a vida desse cientista. No ano de 214 a.C., na Segunda Guerra Púnica, a cidade de Siracusa, na Sicília, Itália, foi cercada pelo general romano Marcelus. Para salvar sua cidade, Arquimedes teria utilizado espelhos que, corretamente posicionados, teriam queimado a frota romana. Para isso, Arquimedes teria pensado na ideia de que com espelhos é possível concentrar raios de luz em um mesmo ponto, que, por causa da grande intensidade, entraria em combustão (BONJORNO et al., 2016, p. 166)

O trecho aborda todo o trabalho realizado por Arquimedes individualmente, além de atribuir perfeição a todas as atividades de tal cientista, descrito como “exímio”. Transmite, assim, para esse

caso específico (nível de aproximação 2), uma concepção individualista e elitista da atividade científica.

Vale, então, apresentar a única oposição a tal concepção encontrada nos livros. Um aspecto positivo dessa oposição é que ela é feita de maneira bem clara, tratando inclusive dos desenvolvimentos científicos como um todo, e não apenas de um caso específico. O texto apresentado a seguir é um recorte do mesmo trecho utilizado para exemplificar a oposição à concepção individualista, retirado do livro 2, porém apenas com sua parte final:

[...] A manipulação adequada desse patrimônio cultural [adquirido por gerações anteriores] permite as inovações e as invenções. Estas não são, pois, o produto da ação isolada de um gênio, mas o resultado do esforço de toda uma comunidade. Dessa forma, não é impossível ou extraordinário, do ponto de vista científico, que dois pensadores contemporâneos (e algumas vezes distanciados no tempo) cheguem às mesmas conclusões (BONJORNIO et al., 2016, p. 173)

Outro aspecto a ser comentado sobre a concepção elitista, aproveitando o gancho do exemplo utilizado acima, é que esta se fez presente quase que exclusivamente em trechos que transmitiam uma visão individualista da Ciência, embora a concepção individualista tenha sido identificada sozinha em outros diversos trechos. Isso porque faz sentido pensar que a concepção elitista, considerando o cientista um “gênio”, facilmente pode assumir que, sendo tão capacitado, esse cientista não necessita de ajuda e cooperação no desenvolvimento de seu trabalho.

De forma geral, ainda que pudesse ser identificada, a presença da concepção elitista – seja em sua transmissão, seja em sua rejeição – é bastante escassa nos livros. Percebe-se, assim, uma ausência de discussão sobre a figura do cientista ou pesquisador – quem são essas pessoas, como são, onde estão... Essa falta de discussão pode não necessariamente contribuir para a construção de concepções equivocadas, mas certamente também não contribui para a construção de concepções mais adequadas e sofisticadas. Seria desejável, então, que a questão “quem faz Ciência?” fosse mais presente nos livros, sempre de forma atenta à epistemologia contemporânea.

4.1.2.10. Concepção socialmente neutra

A concepção socialmente neutra da Ciência, que ignora as relações entre Ciência e sociedade e sua influência sobre o desenvolvimento científico, propiciou a análise de 22 dos 156

trechos selecionados. Na parte de apresentação do livro, que é repetida nos três volumes, foi identificada uma oposição à concepção socialmente neutra. Essa repetição foi, então, devidamente subtraída do total de trechos e de oposições considerados na análise de tal concepção, conforme disposição na tabela abaixo:

Trechos categorizados de acordo com a concepção socialmente neutra				
Quantidade	Livro 1	Livro 2	Livro 3	TOTAL
Trechos	11	6	7	22 (duas repetições)
Oposições	10	6	7	21 (duas repetições)
Aproximações	1	0	0	1

TABELA 11: Número de trechos categorizados – concepção socialmente neutra

Percebe-se, então, uma maioria expressiva, nos trechos em questão, de oposições à concepção socialmente neutra. A única aproximação de tal concepção ocorreu no mesmo trecho utilizado para exemplificar uma aproximação à concepção individualista, tratando de Heaviside como sozinho e isolado em seu trabalho – ou seja, de um caso específico (nível de aproximação 2).

Uma das oposições mais categóricas nesse sentido pode ser visualizada no exemplo a seguir, presente no livro 1, que também se opõe à concepção ahistórica:

Revisitar esses fatos históricos, que tiveram influência direta dos conhecimentos da Física, é reconhecer que essa Ciência é, legitimamente, uma construção humana das mais relevantes. Estudar Física é também estar em contato com aspectos culturais, sociais, tecnológicos, políticos e econômicos (BONJORNIO et al., 2016, p. 14.)

O trecho demonstra que os autores da coleção atribuem importância aos aspectos sociais relacionados a seu desenvolvimento – sobretudo a compreendê-los como uma parte essencial do estudo da Física. No entanto, isso entra em choque com o fato de que essa dimensão social influente na produção do conhecimento científico não tenha sido abordada, de forma alguma, em 30 dos 43 capítulos da coleção, só estando presente em cerca de 14% dos trechos que remetem à construção do conhecimento científico. Faz-se necessário, então, mais uma vez, o apontamento da transmissão de concepções inadequadas através da omissão – que também ocorre para a concepção socialmente neutra.

Durante a análise dos livros e na seleção de trechos, observou-se que estes apresentam em quase todos os seus conteúdos uma contextualização tecnológica ou social, porém sem dar essa dimensão social a seu desenvolvimento, mas sim à sua aplicação. Diversos textos complementares

e trechos em meio aos conteúdos comentam sobre o impacto do uso daquele conhecimento na sociedade, mas não se referem as relações da comunidade científica com a sociedade em sua construção.

Essa abordagem da aplicação do conhecimento científico em tecnologias e para melhoria do cotidiano social, vale enfatizar ainda mais, foi presente nos três livros analisados. Inclusive tratando da atividade científica, alguns textos traziam a ideia do desenvolvimento científico como um meio para a finalidade de utilização e aplicação no meio social, visando, sobretudo e simplesmente, melhorias para lidar com problemas práticos. Essa presença de uma ideia que poderia ser entendida como uma concepção “utilitarista” da Ciência, atribuindo a esta um caráter totalmente pragmático, sem considerar sua preocupação mais ampla em compreensão e entendimento do universo e dos fenômenos naturais por si só, gerou uma inquietação durante a realização desta pesquisa. Optou-se para não incluir tal ideia na categorização dos trechos, uma vez que se buscou um comprometimento com o que dizem as pesquisas da área, evitando uma simplificação da epistemologia do conhecimento científico no sentido de poder afirmar, simplesmente, a existência de uma outra concepção inadequada, entendendo que, para isso, é necessária toda uma reflexão e discussão com aprofundamento teórico, conversando com a epistemologia contemporânea. No entanto, fica de indicação a partir do universo aqui estudado, a realização de novas pesquisas e discussões que contemplem essa questão.

Voltando à discussão da concepção socialmente neutra da atividade científica, percebe-se, aqui, assim como em outras concepções que pouco apareceram nos materiais, mas que foram categoricamente refutadas em alguns trechos, que a importância dada à abordagem da natureza da Ciência ainda é bem maior em discurso do que em prática. Os autores afirmam claramente a importância da dimensão social, cultural, política, econômica e tecnológica de produção dos conhecimentos científicos no estudo da Física, mas não dão condições, em seus livros, para que os estudantes tenham acesso a essa dimensão na maior parte dos conteúdos.

4.2. Análise do Guia PNLD 2018

Agora que já foi exposta a análise das obras da coleção mais distribuída no último triênio do PNLD, é necessário pensar em tal coleção dentro do contexto de tal programa. Dessa forma, o material do PNLD foi analisado em três etapas: primeiramente, foram analisados todos os textos introdutórios que tratam do ensino de Física de forma geral, anteriores aos próprios critérios e análise do programa. Após isso, foram analisados, especificamente, os critérios de seleção que norteiam a escolha de livros didáticos neste e, então, a análise que o próprio guia apresenta da coleção que foi analisada na presente pesquisa.

É importante frisar que toda a análise do material foi realizada seguindo a metodologia do roteiro de análise utilizado para a análise dos livros, sem, no entanto, tanta rigidez na categorização – assim, embora trechos sejam selecionados, eles não serão categorizados de forma mais específica, mas relacionados às concepções de forma mais aberta. Isso porque aqui não se busca identificar as concepções presentes no guia, mas identificar como e se o mesmo espera que esse assunto seja abordado nos livros didáticos. Outra diferença é a apresentação dos dados obtidos, correspondente às etapas de sistematização de ideias da leitura analítica e leitura interpretativa. Para os livros, foram realizados fichamentos em forma de tabela; já para o guia, essa análise está toda apresentada em forma de texto direto na análise – isso por conta, principalmente, do volume de material analisado.

4.2.1. Análise geral dos textos do guia PNLD 2018

O guia PNLD 2018 organiza-se da seguinte forma: primeiramente, na seção “Por que ler o guia?”, sinaliza a importância do material desenvolvido para apoiar uma escolha consciente aos professores de ensino médio, que seja coerente com seus objetivos de aprendizagem e sua realidade escolar. Então, na próxima seção, “Física no Ensino Médio”, o guia traz aspectos gerais e relevantes para o ensino de Física, comentando sobre o que é desejável que ocorra neste nível de ensino. Aqui, há subseções, em que o guia traz algumas abordagens e metodologias para o ensino que são desejáveis, já comentando sobre sua propiciação nos livros selecionados. Dentre essas, comenta-

se sobre a contextualização no ensino de Física; a resolução de problemas; atividades experimentais; atividades investigativas e utilização de recursos computacionais.

Nesse sentido, o guia não traz um espaço específico que se refira à abordagem histórico-filosófica da Física, mas a incorpora na ideia de contextualização do ensino de Física. O único momento em que fala diretamente dessa abordagem está exposto no trecho a seguir:

Aspectos relacionados à História da Ciência são igualmente utilizados no processo de contextualização do ensino de Física, com o objetivo de associar a aprendizagem do conteúdo a aspectos relacionados ao seu desenvolvimento. Podemos, nesse caso, valorizar uma história mais interna ao âmbito da Ciência, discutindo a evolução de um conceito ou destacando experimentos ou situações exemplares que possam contribuir para uma mudança conceitual; ou uma história que se liga a fatores externos, com o objetivo de relacionar o conhecimento científico ao momento histórico de seu desenvolvimento, incorporando aspectos sociais, culturais, políticos ou econômicos. Em ambos os casos há a preocupação de se transcender a perspectiva empirista, evitando que o conhecimento científico seja identificado como aquele que é absoluto e inquestionável e, ao mesmo tempo, construindo a visão de que a Ciência é um conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade (BRASIL, 2017, p. 11)

Dessa forma, o guia não aborda o uso da história da Ciência como algo essencial ao ensino em si, mas como uma das alternativas para a contextualização da Física. Traz, então, duas *possibilidades* de utilização da história da Ciência: com valorização à interna ou à externa. Essa referência à história interna ou externa da Ciência remete à epistemologia de Imre Lakatos (1983), que defende, inclusive, a importância, sobretudo, de um entendimento da história interna, referente à evolução e ao desenvolvimento de conhecimentos científicos.

Embora isso não esteja explícito no texto, o guia dá a ideia de que a História da Ciência é, deve ou pode ser utilizada como meio para se alcançar a aprendizagem de conteúdos factuais da Física, e não que esta é, em si, um conteúdo que deve ser aprendido.

Em termos do tratamento específico da natureza da Ciência, o guia deixa clara a preocupação com a superação da, em suas palavras, perspectiva empirista. Pensando nas categorias utilizadas para a análise dos livros utilizadas na presente pesquisa, deixa-se clara a expectativa de superação da concepção inadequada empírico-indutivista da atividade científica. O guia continua, também comentando sobre a preocupação com a superação da ideia de um conhecimento científico absoluto e inquestionável – supõe-se então que o conhecimento científico é questionável e mutável, o que imprime uma superação da concepção acumulativa e de crescimento linear da Ciência. Na

sequência, o guia afirma que, em superação a tais ideias, deve-se construir uma visão da Ciência como um conjunto de conhecimentos produzidos socialmente no decorrer da história. Aqui há uma oposição clara à concepção ahistórica da Ciência, e uma possível oposição à concepção socialmente neutra.

Embora aqui não fique clara essa oposição à concepção socialmente neutra, a mesma pode ser observada em outros momentos do guia, ainda na parte de contextualização no ensino de Física. O guia traz, como promotora da contextualização no ensino, a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e, em meio a isso, afirma que “A preocupação com o esclarecimento das relações da Ciência com a tecnologia, a sociedade e o ambiente, ensejam a contextualização do ensino de Física por meio dos elementos sociais, tecnológicos e/ou ambientais associados ao desenvolvimento da Ciência” (BRASIL, 2017, p. 11). Pode-se, então, identificar uma oposição à concepção socialmente neutra no guia.

Em suma, os principais aspectos identificados nessa análise geral do documento é que o mesmo defende a inserção da História da Ciência no ensino de Física como um meio para a aprendizagem de conceitos centrais da Física, não diretamente como um conteúdo a ser aprendido pelos estudantes. Defende a superação de algumas concepções inadequadas da atividade científica na utilização da História da Ciência – no texto, pôde-se identificar a superação, claramente, das concepções ahistórica, acumulativa e de crescimento linear, empírico-indutivista e socialmente neutra, ao comentar sobre a utilização da abordagem CTSA. No entanto, o guia não traz uma ênfase clara à importância da construção de uma concepção mais adequada da atividade científica no ensino de Física – isso aparece, em seu conteúdo, apenas como um aspecto relacionado à contextualização neste ensino que, esta sim, é tratada como um aspecto central no ensino. Resta, então, verificar se essa construção aparece, de alguma forma, especificamente nos critérios para seleção das obras.

4.2.2. Análise dos critérios do PNLD 2018

Os critérios do PNLD 2018 para a Física estão divididos em três partes: critérios eliminatórios que são comuns a todas as áreas; critérios eliminatórios da área de Ciências da Natureza e critérios eliminatórios específicos para o componente curricular Física.

Nos critérios eliminatórios comuns a todas as áreas, nenhum abordou diretamente a dimensão histórico-filosófica do conhecimento. Assim, dentre esses critérios, nenhum contemplou a História e Filosofia da Ciência, tampouco a natureza da Ciência.

Dentre os critérios eliminatórios da área de Ciências da Natureza, um critério aborda a construção do conhecimento científico, observando se a obra “Desenvolve os conteúdos e as atividades de forma contextualizada, considerando tanto a dimensão social e histórica da produção de conhecimento quanto a dimensão vivencial dos estudantes no que se refere à preparação para a vida e para o mundo do trabalho” (BRASIL, 2017, p. 19). Aqui, considera-se então o conhecimento científico como desenvolvido no decorrer da história e com um contexto social, o que configura uma oposição às concepções ahistórica e socialmente neutra da Ciência. A ênfase, assim como na análise geral dos textos do PNLD, permanece na contextualização dos conteúdos, sendo a abordagem da dimensão social e histórica de sua construção uma das alternativas para tal.

Já nos critérios eliminatórios específicos para o componente curricular Física que defendem, de alguma forma, a abordagem da História e Filosofia da Ciência e/ou da natureza da Ciência, são três – estes serão apresentados e discutidos a seguir.

O primeiro critério eliminatório específico para o componente curricular Física pertinente para a presente pesquisa busca observar se a obra (do livro do estudante) “Utiliza abordagens do processo de construção das teorias Físicas, sinalizando modelos de evolução dessas teorias que estejam em consonância com vertentes epistemológicas contemporâneas” (BRASIL, 2017, p. 19). Assim, percebe-se que é um critério que trata única e diretamente da natureza da Ciência. É um critério que evidencia a necessidade de construção de uma concepção da atividade científica por si só, que esteja de acordo com os estudos epistemológicos atuais que, conforme demonstrado por Gil-Pérez et al. (2001), elucidam os equívocos das concepções inadequadas descritas em seu trabalho, aqui utilizadas como embasamento para análise.

O segundo critério eliminatório para o componente curricular Física, pertinente para a presente pesquisa notifica a necessidade de verificação se a obra “Apresenta expressões matemáticas de leis sempre acompanhadas de seus enunciados próprios e em forma adequada, bem como da especificação de suas condições de produção ou criação” (BRASIL, 2017, p. 20). Aqui, embora o foco não seja a produção do conhecimento científico, esta é considerada para uma apresentação mais acurada de leis, expressões matemáticas e enunciados presentes na Ciência. Assume, assim, que estes tiveram um contexto de produção e possuem uma validade dentro de certas condições. Por mencionar esse contexto de produção, assume-se que o conhecimento apresentado nem sempre existiu, mas foi desenvolvido em um momento da história – esse critério traz, portanto, uma oposição à concepção ahistórica. Nesse segundo critério, a abordagem da natureza da Ciência e da construção do conhecimento científico não é central, mas um recurso para compreensão do escopo de cada lei ou expressão matemática apresentada no livro.

O terceiro e último critério para a Física selecionado observa se a obra:

Apresenta os conteúdos conceituais da Física sempre acompanhados ou partindo de sua necessária contextualização, seja em relação aos seus contextos sócio-cultural-histórico-econômicos de produção, seja em relação a contextos cotidianos em que suas utilizações se façam pertinentes, evitando a utilização de contextualizações artificiais para esses conteúdos. (BRASIL, 2017, p. 20)

Nesse critério, percebe-se, novamente, a referência à HFC e à natureza da Ciência – ao mencionar o contexto sócio-cultural-histórico-econômico de sua produção – como um recurso de contextualização do conteúdo conceitual. Em consonância ao que foi observado nos textos do PNLD que se referem ao ensino de Física, a abordagem da natureza da Ciência nesse trecho e no anterior é vista não como um fim (objetivo) para o ensino de Física, mas como um meio para a contextualização e compreensão de um conteúdo conceitual.

Para finalizar essa análise do guia, pode-se afirmar que o PNLD 2018 de Física contemplou a História e Filosofia da Ciência e a natureza da Ciência, embora não enfatize a compreensão da natureza da Ciência como um objetivo desejável para o ensino de Física. Com a exceção de um critério que aborda a necessidade de abordagem de construção do conhecimento de acordo com a epistemologia contemporânea por si só, em seus textos e critérios, a abordagem histórica (mais diretamente mencionada do que a abordagem filosófica, a qual pouco é referida) é apresentada

principalmente como uma maneira de contextualização dos conteúdos a serem aprendidos, ao invés de ser considerada, em si, um conteúdo.

4.2.3. Análise da resenha do PNLD para a obra analisada

Para abordar a análise da resenha do PNLD para a obra analisada, é pertinente estudar a análise que o guia realiza não só para a obra específica, mas para todas as obras aprovadas, de forma geral.

Alguns trechos podem ser destacados, nesse aspecto, em relação a como o guia concebe e atribui importância à abordagem histórico-filosófica da Ciência. Nessa parte do material, a presença da HFC é muito mais discutida do que fora anteriormente no âmbito do ensino de Física e dos critérios eliminatórios adotados para a seleção de obras. O guia inicia essa análise das obras comentando sobre os avanços em relação a edições anteriores, como no caso de uma maior abordagem de temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Nessa discussão, surge o trecho a seguir, pertinente para a temática da presente pesquisa: “O professor poderá utilizar essas abordagens [de FMC] para mostrar que a Física é uma Ciência dinâmica e que, com o passar do tempo, se modifica e amplia o seu campo de atuação, conectando-se com outras Ciências e outras áreas do conhecimento humano” (BRASIL, 2017, p. 27).

O trecho apresentado demonstra a defesa do guia da utilização de tais temas para a superação das concepções inadequadas ahistórica (ao abordar o dinamismo da Ciência ao longo da história), acumulativa e de crescimento linear (por referir-se a mudanças no conhecimento científico, assim como seu campo de atuação) e exclusivamente analítica (ao tratar a conexão da Física com outras áreas do conhecimento).

Nessa análise geral das obras, o guia enfatiza o avanço destas, em relação a edições anteriores, em sua abordagem da História da Ciência. Comenta sobre como as obras foram incorporando aspectos da história interna da construção de conhecimentos científicas (ou sejam, questões próprias da atividade científica), mas como ainda é escassa a contextualização externa, com as dimensões sócio-histórico-político-culturais:

A abordagem da História da Ciência é outro elemento a ser destacado. Nas coleções didáticas atuais, sua presença sofreu significativa ampliação, embora ainda sejam encontradas coleções que dedicam espaço exíguo à abordagem histórica dos conteúdos. Até meados da década de 2000, era comum encontrarmos coleções que reduziam suas referências históricas a biografias muito sucintas de grandes cientistas, quando não apenas uma foto ou ilustração do rosto do cientista acompanhada de rápida menção a seus anos de nascimento e morte. Gradualmente as coleções foram incorporando narrativas sobre o desenvolvimento de determinados conceitos ou teorias, entrelaçadas com biografias e fatos de vida de seus protagonistas. Essa abordagem de caráter interno ao âmbito da própria Ciência é predominante nas coleções atuais. Poucas são as coleções que vão além dessa visão e incluem uma abordagem de fatores sociais, políticos, econômicos e culturais, que influenciaram as atividades dos cientistas, o desenvolvimento de conceitos e teorias, os debates científicos, as colaborações e as disputas entre vários grupos de cientistas. Uma visão inclusiva dos fatores externos da História da Ciência, ou a História Social da Ciência, ainda é pouco privilegiada nas coleções. Nesse sentido, o professor pode buscar coleções que apresentem aspectos internos e externos à Ciência e valorizar ambas as abordagens no estudo dos temas e conteúdos. A valorização da abordagem dos fatores externos favorece a compreensão dos aspectos interdisciplinares presentes na produção da Ciência em todas as épocas, algo cada vez mais apreciado neste século 21 (BRASIL, 2017, p. 28).

Diversas oposições a concepções inadequadas podem ser identificadas no texto, em relação à natureza da Ciência. Pode-se comentar que o trecho deixa clara uma oposição às concepções: ahistórica; socialmente neutra; individualista e exclusivamente analítica. A análise das obras feitas a partir de tal perspectiva enfatiza uma importância atribuída a tais aspectos por parte do guia, que sinaliza uma necessidade de maior abordagem dos elementos da história externa de produção dos conhecimentos. Essa análise pode ser relacionada à identificação, na análise da presente pesquisa, da necessidade de uma maior abordagem da concepção socialmente neutra da Ciência, no sentido de questioná-la.

Havendo esse espaço considerável para discussão da análise das obras de forma geral em relação à abordagem histórica da Ciência no guia do PNLD, demonstra-se que há uma preocupação com a HFC pelos desenvolvedores do programa.

Encerra-se, aqui, o estudo da discussão que o PNLD faz sobre as obras aprovadas de forma geral. Pode-se, então, partir para uma avaliação da resenha apresentada especificamente para a coleção que aqui fora analisada, verificando possíveis relações entre a análise do guia e a análise da presente pesquisa.

A resenha do PNLD constitui-se de três etapas: uma visão geral da obra, uma descrição da obra, a análise da obra e, por fim, seu uso em sala de aula.

Durante a apresentação da visão geral da obra, não há nenhum aspecto que possa ser diretamente relacionado à abordagem da natureza da Ciência nos livros. Já na descrição da obra, conforme o nome diz, o guia não apresenta nenhum juízo de valor à obra, apenas indicando que há a seção “A História conta” na coleção, que “apresenta textos que abordam a história dos cientistas ou da evolução de conceitos da Física” (BRASIL, 2017, p. 77). Nesse sentido, diversos trechos de tal seção puderam ser analisados na presente pesquisa, por abordarem, com maior e menor frequência e clareza, a natureza da Ciência.

No espaço destinado à análise da obra, o único trecho que trata da abordagem histórico-filosófica e a natureza da Ciência nos livros é o seguinte:

A história dos cientistas e discussões sobre a evolução de conceitos da Física podem ser encontradas, em especial, na seção A História conta. Embora nem sempre estejam relacionados diretamente aos temas da unidade em que estão inseridos, esses textos podem ser explorados em discussões que promovam a compreensão da Ciência como uma construção humana. (BRASIL, 2017, p. 79)

Percebe-se, então, que o guia não faz qualquer análise da concepção de Ciência transmitida pelo livro didático, apenas indicando textos a partir dos quais *possam ser feitas* discussões em direção à compreensão da Ciência em sua dimensão humana. Por fim, a seção “em sala de aula” não traz nenhum aspecto relevante ao tema aqui estudado.

Assim, não é possível estabelecer uma relação direta entre a análise que o guia realiza da coleção e a análise que aqui foi realizada, da mesma. A única relação que pôde ser estabelecida foi com a análise das coleções aprovadas como um todo, onde o guia sinaliza uma falta de abordagem da história interna, aspecto também indicado pela presente pesquisa ao apontar a necessidade de trazer mais a discussão acerca da concepção socialmente neutra da Ciência. A análise que o guia faz da coleção, especificamente, indica a possibilidade de trabalhar a natureza da Ciência e remete à postura e escolhas didáticas do docente – o que é algo sempre importante de sinalizar ao analisar qualquer ferramenta didática, sobretudo os livros didáticos. A análise de tais materiais busca uma maior compreensão de suas concepções e conteúdos, e das condições que tal material dá para a aprendizagem em Física. No entanto, a presença ou não de concepções inadequadas nos livros analisados não é o que vai determinar isoladamente como os estudantes vão enxergar a Ciência, mas também, as perspectivas, concepções e práticas adotadas pelo professor, que tem papel importante nesse sentido.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para apresentar as considerações finais de uma maneira que facilite a apresentação das principais informações obtidas através das análises realizadas na presente pesquisa, esta será organizada, assim como foi a análise, em termos das questões de pesquisa.

A primeira questão de pesquisa refere-se à abordagem da natureza da Ciência no guia do PNLD 2018, no sentido de avaliar se o programa exige a abordagem de tal para a aprovação das obras, principalmente considerando esses aspectos em seus critérios eliminatórios de seleção.

Na análise deste material, percebeu-se que a História e a Filosofia da Ciência aparecem mais como uma metodologia para propiciar a contextualização e a aprendizagem de conteúdos conceituais da Física do que propriamente como um conteúdo a ser aprendido. A compreensão do que é Ciência não é tida, pelo menos de forma explícita no documento, como um objetivo que deve, necessariamente, ser alcançado através do ensino de Física, embora essa abordagem histórica e da natureza da Ciência de acordo com os estudos epistemológicos seja presente, sim, em alguns critérios – inclusive podendo ser identificada a superação de algumas concepções inadequadas por parte do programa: da concepção ahistórica e da concepção socialmente neutra da atividade científica.

A segunda questão de pesquisa diz respeito, então, diretamente, à análise das obras do PNLD no âmbito de sua apresentação da natureza da Ciência. Uma maneira para analisar tais obras de acordo com isso, utilizada então como metodologia da análise nesse trabalho, é buscando aproximações ou oposições do material às concepções inadequadas do trabalho científico descritas por Gil-Pérez et al (2001). Aqui, foram analisados três livros, constituintes da coleção mais distribuída no ciclo anterior do PNLD de Física. Essa análise constituiu a parte mais extensa, trabalhosa e complexa da pesquisa.

O primeiro aspecto a ser considerado é a presença do conteúdo de HFC nos livros, sendo que apenas 107 páginas de um todo de 848 páginas foram selecionadas para um estudo mais aprofundado. Isso já demonstra uma escassa abordagem da natureza da Ciência nos livros

analisados, o que fica ainda mais alarmante caso se considere que a maior parte dessas páginas não trabalham, em sua totalidade, esse conteúdo.

A partir de uma leitura integral dessas páginas, então, foram selecionados trechos que tratassem do assunto em foco diretamente, para que fossem analisadas suas ideias a respeito da atividade científica, categorizando cada trecho de acordo com as concepções inadequadas supramencionadas. Ao todo, foram selecionados 156 trechos nos três livros, que apresentaram 372 categorizações à luz das concepções inadequadas. Isso significa dizer que cada trecho, em média, apresentou 2,4 concepções (seja em aproximação ou oposição), o que evidencia a complexidade de identificação e descrição da estrutura conceitual a respeito da atividade científica transmitida pela obra como um todo, uma vez que esta é um conjunto complexo de concepções relacionadas.

Em termos das categorias de análise, foi possível observar um avanço em relação ao que apontam pesquisas anteriores. Nesse sentido, a análise aponta para uma superação, principalmente, das concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear da Ciência. As concepções aproblemática e socialmente neutra são contrapostas praticamente por todos os trechos em que foram identificadas, no entanto, entende-se que oposições a estas deveriam estar mais presentes ao longo do material analisado, uma vez que são concepções transmitidas por omissão. Isso ocorre também para a concepção ateórica.

Embora a análise demonstre que muitos aspectos essenciais à atividade científica tenham sido apropriados pelos autores – considerando apenas os trechos analisados, e não a possível transmissão de concepções inadequadas por omissão – no sentido de superação das concepções ateórica; aproblemática; acumulativa e de crescimento linear e socialmente neutra da Ciência, a falta de discussão acerca da concepção rígida e o grande número de aproximações à concepção empírico-indutivista apontam para uma necessidade de maior esclarecimento sobre como ocorrem os processos de construção do conhecimento científico. Essa falta de discussão ocorre, também, em relação à figura do cientista, expressa pela escassez de trechos que abordem a concepção elitista, apontando para uma necessidade de maior abordagem de quem, afinal, faz Ciência. O que, vale aqui esclarecer, não são questões simples, de forma alguma, e também não há uma receita que indique como devam ser abordadas.

Duas concepções que tiveram sua apresentação diversa no material foram as concepções exclusivamente analítica e individualista da atividade científica. Em números brutos, a concepção individualista teria sido mais recusada do que transmitida pelos trechos, mas esse cenário se altera ao considerar a pouca ênfase e clareza nos trechos que a transmitem em comparação a uma ênfase clara e explícita nos trechos que a criticam. Há a necessidade, então, de uma maior abordagem – ou, pelo menos, mais consistente – de aspectos relacionados a tal concepção. Já a concepção exclusivamente analítica esteve pouco presente nos trechos analisados, de forma que, ainda que houvessem oposições, não se pode considerar que os livros forneçam condições para a sua superação, que propicie uma integração de áreas específicas do conhecimento científico na constituição da Ciência como um todo.

Para finalizar a discussão acerca de como é abordada a natureza da Ciência nos livros analisados, vale enfatizar, mais uma vez, que avanços foram identificados, mas considera-se que esse conteúdo ainda poderia estar mais presente nos livros, sobretudo considerando que algumas concepções inadequadas são principalmente transmitidas por omissão, como é o caso da atórica, da aproblemática, da ahistórica e da socialmente neutra.

A próxima e última questão de pesquisa refere-se, então, a um paralelo da análise aqui realizada pela resenha dos mesmos livros, fornecida pelo PNLD. Percebe-se que o PNLD comenta enfaticamente sobre a abordagem histórico-filosófica da Ciência ao analisar as obras aprovadas como um todo, mas o mesmo não acontece especificamente para a obra aqui realizada. Um paralelo possível de ser realizado é que o guia denuncia uma escassa abordagem de aspectos da história externa da construção de conhecimento científico (ao tratar de todas as coleções abordadas), o que se relaciona à necessidade de uma maior discussão da concepção socialmente neutra da Ciência, sinalizada por esta pesquisa. Ademais, o guia indica a existência de textos que podem ser utilizados como base para a discussão da natureza da Ciência, o que, de fato, acontece – afinal, foram 107 páginas e 156 trechos analisados que podem propiciar tal debate.

Nunca é demais, então, enfatizar a importância da ação docente para o tema estudado. A análise aqui feita dá subsídios para entender as concepções presentes nos livros didáticos analisados, compreendendo sua contribuição (ou não) para a compreensão da natureza da Ciência no ensino médio. No entanto, de forma alguma as características de uma ferramenta didática

determinam, por si só, suas implicações na formação dos estudantes – isso é condicionado pela mediação do professor que, conforme exposto pela análise aqui realizada, deve ter uma formação que o dê condições de atentar para as concepções presentes no material utilizado, para que o utilize de forma consciente e consonante aos objetivos de ensino.

Com os aspectos aqui apresentados, é possível responder, então, o problema de pesquisa proposto: “Como é abordada a natureza da Ciência em livros didáticos de Física para o Ensino Médio?”. Em suma, foi possível perceber, na coleção analisada, um avanço na abordagem histórico-filosófica e da natureza da Ciência: todas as concepções inadequadas denunciadas por Gil-Pérez et al. (2001) foram identificadas nos trechos que traziam, em si, majoritariamente, oposições a estas. Porém, ainda há muitas possibilidades de melhorias que visem a construção de uma concepção mais acurada da Ciência, principalmente uma maior discussão dos aspectos referentes à atividade científica.

Essa abordagem histórico-filosófica varia de conteúdo para conteúdo, de forma que uma visão geral da edição do PNL D 2018 só é realmente possível através da análise de todas as obras nele aprovadas. Considera-se, então, pertinente que tal análise seja feita, sobretudo no sentido de ter uma visão ampla de todos os materiais que estão à disposição do professor de Física para escolher.

REFERÊNCIAS

AFONSO-GODFARB, A. M. **O que é história da Ciência**. 1 ed. 4ª reimpressão. São Paulo: Brasiliense, 2004.

BASTOS, F. O ensino de conteúdos de história e filosofia da Ciência. **Revista Ciência & Educação**. 1998, 5(1), p. 55-72.

BATISTA, I. Reconstruções Histórico-Filosóficas e a pesquisa em Educação Científica e Matemática. In: NARDI, R. (Org.) **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

BONJORNO, J. R. et al. **Física**. 3. ed. 3 volumes. São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **PNLD 2018**: física - guia de livros didáticos - ensino médio. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017. 111 p.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. 264p.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. 3. ed. Aique: Buenos Aires, 1998.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M. Princípios nas Ciências empíricas e o seu tratamento em livros didáticos. **Ciências & Educação**, v. 10, n. 3, p. 383-399, 2004.

DELIZOICOV, Demétrio. Pesquisa em ensino de Ciências como Ciências humanas aplicadas. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 21, p. 145-175, 2004.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da Ciência na educação científica de nível superior. In: SILVA, Cibele Celestino. (Org.) **Estudos de história e filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. 3-21.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRACALANZA, H.; AMARAL, I.A.; GOUVEIA, M.S.F. **O ensino de Ciências no Primeiro Grau**. São Paulo: Atual, 1987. 124 p.

GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. **Enseñanza de las ciencias**, v. 4, n. 3, p. 253-258, 1986.

GÉRARD, F. M.; ROEGIERS, X. **Como conceber e avaliar manuais escolares**. Portugal: Porto Codex: Porto, 1998.

GIL-PÉREZ, D. Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HARRES, J. B. S. **Concepções de professores sobre a Natureza da Ciência**. 1999. 192 p. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

HARRES, J. B. S.. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da Ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Sobre concepção empirista-indutivista no ensino de Ciências. In: VIANNA, D. M. et al. (Orgs.) ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, VIII, 2002, Águas de Lindóia. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002. (Online). Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/viii/PDFs/PA3_01.pdf> Acesso em: 07 de junho de 2017.

KÖHNLEIN, J. F. K.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a natureza da Ciência no Ensino Médio: um exemplo com a teoria da relatividade restrita. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 22, n. 1, p. 36-70, 2005.

LAKATOS, I. History of science and its rational reconstructions. In: HACKING, I. (Org.) **Scientific revolutions**. Hong-Kong: Oxford University, 1983. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/495757?seq=1#page_scan_tab_contents>. Acesso em: 08 de junho de 2017.

LAKATOS, I. **La metodología de los programas de investigación científica**. Madrid: Alianza, 1989.

LEDERMAN, N. G. Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. **Journal of Research in Science Teaching**. vol. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LUZ, A. M. R; ÁLVARES, B. A. **Física Contexto & Aplicações**. São Paulo: Editora Scipione, 2013. ed. 1. v. 1.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 24, n. 1: p. 112-131, abr. 2007.

MARTINS, R. A. Como distorcer a Física: considerações sobre um exemplo de divulgação científica 1 - Física Clássica. **Caderno Catarinense de Ensino e Física**, v. 15, n. 3: p. 243-264, dez. 1998.

MARTINS, R. A. Como não escrever sobre história da Física - um manifesto historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. vol. 23, n. 1, março, 2001.

MARTINS, R. A. Introdução: A História das Ciências e seus usos na Educação. In: SILVA, C. Celestino (org.). **Estudos de história e filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MATTHEWS, M. R. A role for history and philosophy in science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n. 2. 1988.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge. 1994.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cad. Cat. Ens. Fís.** v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MOUL, R. A. T. M. et al. A natureza da Ciência e suas contribuições para o ensino: como estudantes da educação básica veem os cientistas. **Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia.** nº 9, 2016. Disponível em: <<http://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/renbio-9/pdfs/2131.pdf>>. Acesso em: 08 de junho de 2017.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. **Pro-Posições**, v. 18, n. 1 (52), p. 214-226, 2007.

NARDI, R. (Org.) **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil:** alguns recortes. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

OLIVEIRA, A. P. S. A contribuição do livro didático à prática docente de professores de Ciências. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, III. 2016. Natal. **Anais eletrônicos...** v. 1, 2016, ISSN 2358-8829. Campina Grande: Editora Realize, 2016. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA4_ID8123_13082016135644.pdf>. Acesso em: 16 de junho de 2017.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A Física na formação de professores do Ensino Fundamental.** Porto Alegre: UFRGS, 1999. 151p. (Coleção Educação Continuada).

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.) **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. p. 151-170.

PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Org.) **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino.** Natal: EDUFRN, 2012. p. 9-40.

PEREIRA, A. B.. Manuais escolares: estatuto e funções. **Revista Lusófona de Educação,** [online], v. 15, n. 15, aug. 2010. ISSN 1646-401X. Disponível em: <<http://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/1533>>. Acesso em: 16 de junho de 2017.

PIRES, E. A. C.; SAUCEDO, K. R. R.; MALACARNE, V. Concepções sobre a natureza da Ciência de alunos concluintes do curso de Pedagogia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. vol. 16, n. 2, p. 215-230, 2017.

PORLÁN, A. et al. Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios empíricos y conclusiones. **Enseñanza de las ciencias**, v. 16, n. 2, p. 271-288, 1998.

PRETTO, N. L. **A Ciência nos livros didáticos**. Campinas: UNICAMP; Salvador: EDUFBA, 1995. 95p.

RUTHERFORD, F. J.; AHLGREN, A. **Ciência para Todos**. Tradução de Catarina Caldeira Martins. Lisboa: Gradiva, 1995. Título original: Science for All Americans.

SANTO, E. M. Os manuais escolares, a construção de saberes e a autonomia do aluno. Auscultação a alunos e professores. **Revista Lusófona de Educação**, n. 8, p. 103-115, 2006.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-11, 2011.

SELLEY, N. J. The philosophy of school science. **Interchange**, v. 20, n. 2, p. 24-32, 1989.

SEREGLOU, F.; KOUMARAS, P. The Contribution of the History of Physics in Physics Education: A Review. **Science & Education**, Netherlands, v. 10, n.1-2, p. 153-172, 2001.

SILVA, C. C. (Org.) **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para a aplicação no Ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

SILVA, João Otavio Garcia da. **Concepção de professores de Física de Jaraguá do Sul a respeito da natureza da Ciência**. 2016. 157p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física). Instituto Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

SILVEIRA, F. L.; PEDUZZI, L. O. Q. Três episódios da descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 23, n. 1, p. 26-52, 2006.

STINNER, A. Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. **Science Education**, v. 76, n. 1, p. 1-16, 1992.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE JR, O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da Ciência no ensino de Física. In:

WILSON, L. A study of opinions related to the nature of science and its purpose in society. **Science Education**. vol. 38, n. 2, p. 159-164, 1954.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. 1989. 252 p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

APÊNDICE A – Resultados da pesquisa-piloto

Durante a primeira etapa do roteiro de análise, na **leitura seletiva**, foram lidas as partes dos livros, para que então fossem registradas as páginas cujos textos remetessem, de alguma forma, à natureza da ciência, aos objetivos da ciência, como se faz ciência, à história do desenvolvimento de algum conhecimento científico. Neste momento, foram então selecionadas as seguintes páginas de cada parte do livro, para que sejam foco de estudo na próxima etapa: **a) Apresentação do livro:** p. 3; **b) Introdução e finalização de capítulos e unidades:** p. 12, p. 93 e p. 130; **c) Textos complementares:** p. 27, p. 28-29, p. 64, p. 115, p. 254 e p. 269; **d) Conteúdos:** *capítulo 1* - p. 13-14; *capítulo 2* - p. 38, p. 58-59; *capítulo 3* - p. 86; *capítulo 4* - p. 95, p. 98-99, p. 105; *capítulo 5* - sem textos de interesse; *capítulo 6* - p. 175-182, 195, 196; *capítulo 7* - p. 206, 232-233; *capítulo 8* - sem textos de interesse; *capítulo 9* - p. 272, 285.

Por razões de tempo, a pesquisa-piloto contemplou apenas a análise das três primeiras partes do livro (apresentação do livro; introdução e finalização de capítulos e unidades e textos complementares). Para enriquecer a compreensão da análise realizada, foram digitalizadas algumas das páginas selecionadas para a pesquisa. Assim, está digitalizada a página 3 do livro, contendo a apresentação do mesmo, a página 12, como exemplar de um texto de introdução a um capítulo e a página 27, trazendo um exemplo de um texto complementar. Nessas três páginas, foram selecionados trechos que remetem à natureza da ciência para a categorização.

Após a leitura seletiva, foi realizada, então, a **leitura analítica** para cada uma das partes do livro didático. Esta é dividida em quatro momentos: a leitura integral, a identificação de ideias-chave, a categorização de ideias e a sistematização de ideias. A sistematização de ideias está presente no texto a seguir, antes da leitura interpretativa, trazendo os principais aspectos identificados na leitura integral, na identificação de ideias-chave e a categorização de ideias. Estes dois últimos momentos (identificação de ideias-chave e categorização de ideias) estão apresentados e sistematizados no Quadro que será exibido a seguir, onde é feito o fichamento da pesquisa-piloto.

A primeira parte é, então, a apresentação do livro, que acontece brevemente em uma única página. Durante o primeiro momento da leitura analítica, a leitura integral, pôde-se constatar uma notável ênfase à aplicação da ciência ao cotidiano, seja nos fenômenos ou em tecnologias, sem dar muita atenção à construção dos conhecimentos científicos, que é apenas brevemente mencionada. Esta menção é feita em um breve trecho,

selecionado então no momento de identificação de ideias-chave para que seja categorizado no momento posterior, o que está exposto no Quadro, apresentado após serem apontados aspectos gerais da leitura analítica.

A segunda parte analisada do livro foi a introdução e finalização de capítulos e unidades, dentro da qual foram selecionadas 3 páginas de interesse. É importante comentar que o livro é organizado em 4 unidades e 9 capítulos, havendo um pequeno texto introdutório para cada um deles. Não há, no entanto, textos que finalizem ou sintetizem as ideias dos capítulos. Dentre esses 13 textos introdutórios, apenas 3 mencionaram ou remeteram, de alguma forma, à natureza da ciência. Trechos destas páginas estão apresentados e categorizados no quadro de fichamento.

A terceira parte do livro analisada foram os textos complementares, com 7 páginas de interesse. Essas sete páginas referem-se a seis diferentes textos presentes nas seções “Aplicações da Física”, “Física no contexto” e “Integrando...”. É importante sinalizar que, ao longo da obra, são apresentados quase 30 textos complementares destas seções, assim como infográficos, o que indica um número relativamente pequeno de menções ao desenvolvimento de conhecimentos científicos. O livro permanece com forte enfoque à aplicação dos conteúdos de física, que foi percebido também na apresentação dos livros e na introdução de capítulos e unidades.

O primeiro texto complementar, dentro da seção “Aplicações da Física”, trata da nanorrevolução, cujo foco é abordar as aplicações da nanotecnologia – no entanto, ao introduzir o assunto, apresenta sua contextualização no campo de conhecimento das ciências naturais, cuja natureza dinâmica é abordada em um breve trecho apresentado no Quadro 4.

O segundo texto, da seção “Integrando...”, trata da integração das ciências naturais e o método científico, dedicando duas páginas para dar forte atenção à natureza da ciência, trazendo aspectos relacionados à existência de um método científico, à divisão dos conhecimentos em áreas determinadas, ao papel da experimentação na ciência. Diversos aspectos importantes foram trabalhados trazendo uma concepção mais adequada da ciência, havendo, no entanto, algumas incoerências ao longo do texto. A principal contradição do texto é, em um momento, questionar a ideia de um método científico como etapas a serem seguidas, mas em outros reforçar sua existência, transmitindo uma concepção rígida da ciência. Foram então selecionados trechos específicos para a análise, que estão categorizados e analisados com maior cuidado, em relação às concepções que podem ser por eles transmitidas, no quadro de fichamento.

O terceiro texto, pertencente à seção “Física no contexto”, trata da história de Galileu Galilei, especialmente sobre alguns de seus

experimentos referentes ao movimento dos corpos. A partir da abordagem do desenvolvimento das teorias de Galileu, diversos trechos foram selecionados para categorização frente às concepções de ciência neles presentes.

O quarto texto, também da seção “Física no contexto”, fala sobre Isaac Newton, trazendo uma breve bibliografia do mesmo. Embora situe historicamente seus trabalhos, assim como seus locais de desenvolvimento, o texto não relaciona a construção das ideias de Newton com as esferas sociais. Dentro do texto, alguns trechos foram selecionados, tratando principalmente da imagem de “quem faz ciência” transmitida por eles.

O quinto e penúltimo texto complementar selecionado também é da seção “Física no contexto”, tratando, por sua vez, do estabelecimento do conceito de quantidade de movimento. Aqui, alguns trechos abordam a natureza da ciência a partir de uma perspectiva histórica, os quais foram selecionados para análise mais minuciosa.

O último texto complementar selecionado é intitulado “O problema de Arquimedes”, pertencente ao mesmo quadro dos últimos três textos. Neste, nenhum trecho específico que trate da natureza da ciência pode ser selecionado, mas algumas reflexões podem ser feitas. Nesse texto, é apresentado o problema que levou Arquimedes a desenvolver seus trabalhos e o contexto em que o mesmo se inseria, o que transmite uma ideia oposta às concepções aproblemática e ahistórica e descontextualizada e socialmente neutra da ciência. A referência ao trabalho de Arquimedes transmite aqui, também, uma concepção individualista e elitista da ciência, por apresentar um trabalho solitário e isolado, baseado isoladamente em experimentos e sem esclarecer ideias apriorísticas que levaram Arquimedes à realização de tais trabalhos, o que transmite uma concepção empírico-indutivista e ateórica. No entanto, o texto não se refere diretamente à construção de conhecimentos científicos, mas a uma solução a um problema que pode ser relacionada a alguns conceitos hoje conhecidos na ciência. Logo, não há uma relação direta entre o que é exposto e ideias atribuídas à natureza da ciência, que é justamente a razão de não ter sido possível selecionar trechos específicos para categorização.

É pertinente salientar que as categorias pré-estabelecidas pelo projeto referiam-se a concepções inadequadas da atividade científica. Em alguns momentos da análise, os trechos demonstraram um posicionamento justamente contrário a essas concepções, o que configura essencialmente uma concepção mais adequada da atividade científica. Nestas situações, os trechos foram categorizados desta maneira: “Oposição – concepção deformada X”.

O quadro a seguir apresenta os trechos principais selecionados na identificação das ideias-chave, assim como a categorização das mesmas

e a análise que justifica tal categorização, trazendo uma sintetização da leitura analítica.

FICHAMENTO: Pesquisa-piloto			
LUZ, A. M. R; ÁLVARES, B. A. Física Contexto & Aplicações . São Paulo: Editora Scipione, 2013. ed. 1. v. 1.			
Parte do livro	Trecho	Categoria(s)	Comentário
Apresentação do livro	“É possível que essa compreensão [das leis fundamentais da Física] faça crescer dentro de você uma admiração pelos fenômenos naturais, bem como respeito pelos grandes cientistas que, por meio de vidas inteiras dedicadas à pesquisa, edificaram esse importante ramo do conhecimento humano” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 3).	Concepção elitista e individualista; Concepção acumulativa e de crescimento linear.	O trecho foi categorizado desta forma por, em primeiro lugar, enfatizar que a ciência é feita não pela humanidade, mas por um grupo específico - os “grandes cientistas”. Isso transmite uma visão elitista e excludente desse grupo de pessoas, também reforçando um estereótipo de que cientistas não possuem uma vida “normal”, mas sim uma vida que foi inteiramente dedicada à pesquisa, esquecendo as esferas pessoais. Por fim, o uso do termo “edificar” para referir-se ao desenvolvimento do conhecimento científico, transmite uma ideia simplista de acumulação de conhecimentos científicos - um conhecimento científico foi desenvolvido, para então sob ele ser construído outro, assim como na construção de andares de um edifício. Isso ignora as dificuldades e os caminhos diversos percorridos pela ciência.
Introdução e finalização de capítulos	“A Física é uma ciência em plena transformação, pois, ao mesmo tempo que modifica o mundo, permite ser modificada por ele. Isso acontece porque nossa compreensão de mundo é continuamente modificada por aspectos sociais, culturais e tecnológicos” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 12).	Oposição – concepção descontextualizada e socialmente neutra; Oposição – concepção aproblemática e	Aqui, os autores enfatizam o caráter dinâmico da ciência, deixando claro que seus conhecimentos se alteram ao decorrer da história. Este trecho opõe-se, portanto, a uma concepção ahistórica da ciência. Também assume que a ciência é modificada por aspectos sociais, culturais e tecnológicos, ou seja, opõe-se a uma concepção descontextualizada e socialmente neutra da ciência.

		ahistórica	
	<p>“Enquanto ciência, a Física ocupa-se da investigação teórica e experimental dos fenômenos naturais no campo da matéria e energia e da aplicação dos resultados desses estudos nas áreas acadêmica e técnica. [...] há também relação [da Física] com outras disciplinas da área das Ciências da Natureza, como a Química e a Biologia, por terem pontos em comum nos seus objetos de estudo, e da área das Ciências Humanas, como a História e a Filosofia, por serem reflexo da sociedade e da cultura de seus tempos” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 12).</p>	<p>Concepção analítica;</p> <p>Oposição – concepção descontextualizada, socialmente neutra</p>	<p>Embora apresente a ideia da Física no contexto da ciência, há uma clara classificação e segmentação dos objetos de estudo da Física, Química e Biologia, diferenciando essas três áreas. Isso transmite uma concepção analítica da ciência, onde cada área está preocupada apenas com seus próprios problemas. A ideia transmitida pelo texto não é da ciência como um corpo integrado de conhecimentos que busca unificação, mas como diferentes áreas ou disciplinas que, por um acaso, têm objetos de estudo coincidentes.</p> <p>Por outro lado, o trecho estabelece uma relação entre ciência, sociedade e cultura, sendo aquela reflexo destas, o que opõe-se a uma concepção descontextualizada e socialmente neutra da ciência.</p>
	<p>“Em muitos momentos históricos, os pensadores se aproximaram da natureza com o objetivo de compreender as partes para entender o todo, não só em suas funções, mas também em seu significado” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 93).</p>	<p>Oposição – concepção aproblemática e ahistórica;</p> <p>Oposição – concepção exclusivamente analítica</p>	<p>O trecho transmite a ideia da ciência como um conhecimento desenvolvido ao longo da história, opondo-se à concepção ahistórica da ciência. Opõe-se também da concepção exclusivamente analítica da ciência, enfatizando que o objetivo da atividade científica é entender a natureza como um todo.</p>
	<p>“Ao longo da História importantes personalidades científicas e outros profissionais utilizaram as contribuições dos estudos de Newton para a elaboração de seus estudos teóricos, de atividades experimentais e no desenvolvimento de equipamentos” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 130).</p>	<p>Oposição – concepção aproblemática e ahistórica;</p> <p>Oposição – concepção empirista-</p>	<p>A primeira ideia transmitida pelo trecho é o desenvolvimento do trabalho científico como algo situado historicamente, opondo-se a uma concepção ahistórica. O trecho opõe-se, também, a uma concepção atórica da ciência, na medida que indica que trabalhos científicos partem de estudos anteriores (nesse caso, de Newton).</p>

		indutivista e ateórica.	
Textos complementares	“Mesmo uma ciência bem estabelecida, como a Física, pode passar por grandes mudanças e ter novas abordagens para a pesquisa. Desde a segunda metade do século passado, a possibilidade de construir e trabalhar com novas estruturas, lidando diretamente com átomos individuais, permitiu o desenvolvimento de um novo campo de pesquisa pura e aplicada, a nanotecnologia” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 27).	Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear	O trecho transmite fortemente uma problematização dos caminhos da ciência, indicando momentos de revisão de conhecimentos científicos e até revoluções científicas. Isso se contrapõe a uma concepção acumulativa e de crescimento linear, entendendo que a construção do conhecimento científico nem sempre é feita de forma contínua e harmoniosa, mas supondo rompimentos e descontinuidades também.
	“Além de buscar entender como a realidade “funciona”, essas três ciências [Física, Química e Biologia] ainda são parecidas na maneira como constroem conhecimento sobre o mundo. Para isso, as três utilizam princípios do chamado método científico” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 28).	Concepção rígida.	O trecho supõe a existência de um método científico, apontando que a construção de conhecimentos científicos segue tal método. Transmite, assim, uma concepção rígida da ciência.
	“[O método científico] é a maneira que o ser humano encontrou para entender a natureza, descobrir suas regularidades e desvendar seus mistérios. Em outras palavras, é a forma que os cientistas utilizam para obter conhecimento sobre o mundo. No entanto, estudiosos da história da ciência acreditam que os cientistas não seguem uma receita pronta para obter esse conhecimento ou fazer suas descobertas. Mas eles não negam que alguns procedimentos costumam estar presentes durante as pesquisas científicas, como é o caso da formulação de hipóteses e dos testes experimentais” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 28).	Possível concepção rígida; Possível concepção empírico-indutivista.	Embora o trecho traga, positivamente, a ideia de que não há um método científico no formato de etapas a serem seguidas, apontando para um pluralismo metodológico, ainda reforça bastante a ideia de que existe, sim, um método científico baseado em testes experimentais e hipóteses. A existência de hipóteses aqui sinalizada opõe-se a uma concepção ateórica (empírico-indutivista), no entanto, há uma contradição ao dizer que os cientistas “obtem” o conhecimento ou “fazem descobertas”, com termos que justamente transmitem essa concepção.

	<p>“Uma ideia comum, porém equivocada, é achar que os conhecimentos da ciência vão se acumulando no tempo e que suas teorias são inabaláveis. Apesar do conhecimento do passado ser utilizado pelos cientistas do presente para fundamentar e inspirar suas pesquisas, algumas vezes, é justamente a ruptura com ideias antigas que faz a ciência progredir” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 28).</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho ataca diretamente a ideia de que os conhecimentos científicos são acumulados e nunca questionados, indicando a existência de rupturas e diferentes caminhos no processo da atividade científica. Transmite, assim, uma oposição à concepção acumulativa e de crescimento linear.</p>
	<p>“Em determinadas épocas da História, os cientistas se depararam com observações experimentais que não estavam previstas na teoria. Em alguns desses casos, eles se viram obrigados a mudar uma forma de pensamento corrente. Essas mudanças radicais na forma de pensar fazia com que teorias inteiras tivessem que ser revistas e, em alguns casos, abandonadas por completo” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 28).</p>	<p>Oposição – concepção aproblemática e ahistórica;</p> <p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear;</p> <p>Concepção empírico-indutivista.</p>	<p>O trecho remete ao desenvolvimento histórico da ciência, trazendo questões problemáticas que delinearão seu percurso, que engloba momentos de descontinuidade e reformulação de teorias. Assim, opõe-se claramente à concepção aproblemática e ahistórica, assim como à concepção acumulativa e de crescimento linear.</p> <p>No entanto, ao tratar dessas reformulações e mudanças no pensamento científico, as atribui essencialmente à experimentação, ignorando a importância da coerência interna de uma teoria. Essa ênfase dada à experimentação como elemento norteador do desenvolvimento do conhecimento científico transmite uma concepção empírico-indutivista da ciência.</p>
	<p>“A maneira mais comum de aceitar ou rejeitar uma hipótese é fazendo o teste experimental. Também de uma maneira simples, experimento, nas ciências naturais, é o jeito que os cientistas tentam “imitar” as coisas que acontecem na natureza. Os experimentos, geralmente, são feitos em ambientes onde se pode controlar o que está acontecendo e fazer medidas das grandezas envolvidas. Além de servir para testar hipóteses, os experimentos são importantes para determinar quando e como um modelo ou teoria podem ser aplicados, ou seja, ele</p>	<p>Possível concepção rígida;</p> <p>Oposição – relativismo extremo</p>	<p>Embora o texto não seja determinista nesse sentido, aponta para uma concepção rígida e infalível da ciência na medida que atribui à experimentação o caráter de essencial para aceitar ou rejeitar teorias. É pertinente considerar a importância do papel da experimentação na corroboração e rejeição de teorias, mas assumir este papel sem uma percepção mais complexa acerca desta relação (assumindo assim que, simplesmente, “experimentos comprovam ou não teorias”) é justamente o que pode transmitir uma concepção rígida da atividade científica.</p>

	<p>serve para determinar condições de validade. [...] o conhecimento obtido pelas ciências naturais é um conhecimento mais seguro do que o “achismo” ou o pensamento comum, pois ele deve ser testado” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 28).</p>		<p>Opõe-se, aqui, positivamente, ao relativismo extremo, sinalizando a diferença entre o conhecimento de senso comum e o conhecimento científico, deixando claro que na ciência nem “tudo vale”.</p>
	<p>“A natureza em si não é disciplinar. Foi o ser humano que começou a classificar o conhecimento que estava sendo construído sobre a natureza em conhecimento físico, químico ou biológico. [...] Mas os fenômenos naturais não são físicos, químicos ou biológicos. O estudo desses fenômenos é que pode ser feito sob a perspectiva da Física, da Química ou da Biologia. [...] Resumindo, o estudo da natureza pode até ser focado nas grandezas e nos conceitos de apenas uma das disciplinas escolares, porém, um fenômeno natural não “cabe” totalmente em nenhuma delas” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 29).</p>	<p>Oposição – concepção exclusivamente analítica</p>	<p>O trecho opõe-se fortemente à concepção exclusivamente analítica na medida que, entendendo o conhecimento científico como a busca pela compreensão dos fenômenos naturais, afirma a não divisão desses fenômenos na natureza. Atribui, assim, uma concepção unificada do conhecimento científico.</p>
	<p>“O método científico é somente uma das maneiras pela qual o ser humano tenta entender o mundo” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 29).</p>	<p>Concepção rígida</p>	<p>Ao mesmo tempo que o trecho transmite uma concepção rígida da ciência, admitindo um método científico que determina seu funcionamento, de certa forma relativiza a ciência como sendo apenas uma das maneiras de entender o mundo, sem remeter às diferenças entre essas maneiras (ou a diferença entre ciência e senso comum, ou religião).</p>
	<p>“Conta-se que, certa vez, observando as oscilações de um lustre da Catedral de Pisa, [Galileu Galilei] comparou o tempo de cada oscilação com o número de batidas de seu próprio pulso. Verificou que, embora as oscilações se tornassem cada vez menores, o tempo de cada uma delas permanecia o mesmo. Intrigado, construiu um pêndulo usando objetos de diferentes pesos atados à extremidade de</p>	<p>Concepção empirico-indutivista; Concepção individualista.</p>	<p>O trecho transmite a ideia de que Galileu desenvolveu suas teorias com base exclusiva em experimentos, emitindo à observação um caráter essencialista no desenvolvimento de conhecimentos científicos. Não há a preocupação em mencionar a carga teórica de Galileu ao observar determinadas situações - por que medir o tempo? Qual a ideia de tempo adotada por Galilei e por que comparar às batidas de seu pulso? Por que relacionar o tempo de oscilação ao peso e ao</p>

	<p>um fio e repetiu o experimento. Verificou que o tempo de oscilação também não depende do peso do objeto suspenso. Concluiu, assim, que o tempo de oscilação de um pêndulo depende apenas do comprimento do fio” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 64).</p>		<p>comprimento do fio? Além disso, o trecho imprime a ideia de que os experimentos realizados apenas por Galileu são suficientes para suas conclusões serem generalizadas, o que transmite uma concepção individualista da ciência.</p>
	<p>“Galileu também construiu o primeiro telescópio para uso em observações astronômicas e, com esse instrumento, realizou uma série de descobertas” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 64)</p>	<p>Possível concepção empírico-indutivista e atórica</p>	<p>Pela omissão de ideias apriorísticas, aqui novamente pode ser transmitida a ideia de que a ciência é construída com base essencialmente em observações, ignorando a importância das ideias prévias de um pesquisador. Além disso, imprime-se aqui a ideia de “descobertas”, segundo a qual os conhecimentos científicos não são construídos ou desenvolvidos, mas descobertos a partir da observação, característica principal da concepção empírico-indutivista e atórica da ciência.</p>
	<p>“Sua obra foi condenada pela Igreja e Galileu, tachado como herético, foi condenado a permanecer confinado em sua casa, perto de Florença, até o fim de sua vida. Para evitar ser condenado à morte, ele se viu obrigado a renegar suas ideias” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 64)</p>	<p>Oposição - concepção descontextualizada e socialmente neutra</p>	<p>O trecho enfatiza as relações entre ciência e religião, contextualizando o desenvolvimento do conhecimento científico socialmente. Assim, opõe-se à concepção descontextualizada e socialmente neutra da ciência.</p>
	<p>“A metodologia utilizada por Galileu tornou-se parte importante da Revolução Científica que ocorreu nos séculos XVI e XVII. Ele foi responsável por fundamentar conclusões e fazer observações cuidadosas em práticas experimentais, aliando-as a raciocínio lógico e desenvolvimento teórico-matemático” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 64).</p>	<p>Concepção rígida; Concepção empírico-indutivista e atórica; Oposição – concepção ahistórica</p>	<p>Ao situar os trabalhos de Galileu historicamente, assim como suas contribuições para a história, o trecho opõe-se a uma concepção ahistórica e aproblemática da ciência. No entanto, apresenta a metodologia utilizada por Galileu como pautada em práticas experimentais e raciocínio lógico, transmitindo a ideia de que através da experimentação é que se desenvolvem teorias – concepção empírico-indutivista e atórica; ademais, ao enfatizar o método utilizado e sua capacidade de chegar a “conclusões”, transmite uma concepção rígida da ciência.</p>

	<p>“Entregando-se totalmente ao estudo e à meditação, quando tinha cerca de 23 anos, ele [Newton] conseguiu realizar muitas descobertas, desenvolvendo as bases de praticamente toda a sua obra” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 64).</p>	<p>Concepção elitista e individualista;</p> <p>Possível concepção empirico-indutivista e atórica</p>	<p>Ao desenhar Newton em um estereótipo solitário ao desenvolver seus trabalhos, encontrando-se a par da sociedade (afastado inclusive da universidade), o trecho transmite uma concepção elitista e individualista da ciência, na medida que o cientista é apresentado não como uma pessoa comum, mas como alguém que dedica-se exclusivamente a estudos, que realiza de forma individual.</p> <p>Além disso, o trecho pode transmitir também uma concepção empírico-indutivista e atórica ao trazer a ideia de “descobertas” científicas.</p>
	<p>“A publicação dos Principia em pouco tempo consagrou Newton como um dos maiores gênios da História. [...] A grandiosidade da obra de Newton não o impediu de reconhecer o mérito dos trabalhos de cientistas que os precederam, como Galileu, Kepler, Copérnico, Descartes, etc. Com a modéstia própria de muitos sábios, Newton afirmava que conseguiu enxergar mais longe do que outros colegas porque se apoiou em ombros de gigantes” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 64).</p>	<p>Possível concepção elitista</p>	<p>Embora aborde a ciência de maneira coletiva, ao evidenciar que Newton baseou-se em trabalhos de outras pessoas, o trecho pode imprimir uma imagem fortemente elitista de ao caracterizar Newton como gênio e sábio, cuja obra é grandiosa. Aqui, o trecho trata diretamente de Newton. Essa caracterização de um cientista especificamente não é, necessariamente, inadequada – sobretudo no caso de Newton – mas pode, ao ser transposta à classe de cientistas em si, transmitir uma concepção bastante elitista da atividade científica.</p>
	<p>“Observando os objetos que nos rodeiam, podemos perceber que aqueles que estão em movimento acabam, depois de um tempo, perdendo velocidade e chegando ao repouso. Os filósofos do século XVII preocupavam-se com esse fato, pois ele parecia indicar que “o movimento total” do Universo estava diminuindo ou, em outras palavras, que o “Universo estaria morrendo”. Para esses filósofos, essa ideia era inaceitável, pois, sendo uma obra de Deus, o Universo deveria ser eterno. Vários cientistas e filósofos da época passaram a acreditar na possibilidade da existência de uma grandeza, relacionada com o movimento,</p>	<p>Oposição – concepção aproblemática e ahistórica;</p> <p>Oposição – concepção descontextualizada e socialmente neutra</p>	<p>O trecho aborda o desenvolvimento do conhecimento científico a partir de um problema que fez com que filósofos e cientistas se debruçassem sobre um determinado fenômeno. Assim, opõe-se à concepção aproblemática da ciência. Traz, inclusive, uma explicação do motivo de tal questão ser considerada um problema, explicitando as relações entre ciência e o contexto, sobretudo, neste caso, com a religião - opondo-se, então, à concepção descontextualizada e socialmente neutra da ciência.</p>

	que deveria se manter constante enquanto os objetos interagiam uns com os outros, mesmo que alguns, eventualmente, acabassem por parar” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 254).		
	“O filósofo e cientista francês René Descartes, interessando-se pelo problema, sugeriu que a grandeza procurada deveria ser obtida multiplicando-se a massa m do objeto e o módulo v de sua velocidade. [...] Apesar da reconhecida relevância de Descartes, sua proposta não estava correta, tendo sido duramente criticada pelo grande matemático alemão Wilhelm Leibnitz. [...] A maneira adequada de medir a quantidade de movimento por meio de uma grandeza cujo valor total se conservasse nas interações dos objetos só veio a ser encontrada, alguns anos mais tarde, por Isaac Newton” (LUZ & ÁLVARES, 2013, p. 254).	Oposição – concepção individualista; Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear	O trecho aborda, claramente, o caráter coletivo do desenvolvimento do conhecimento científico, apresentando diferentes atores envolvidos no processo de construção do conhecimento. Opõe-se, assim, à concepção individualista da ciência. Além disso, o trecho se opõe, também, à concepção acumulativa e de crescimento linear, uma vez que apresenta a proposição de teorias que foram, eventualmente, superadas ou reformuladas.

QUADRO 1 – Fichamento da pesquisa-piloto

Embora os dados aqui apresentados não representem a totalidade da obra, uma vez que não foram analisadas as páginas selecionadas na parte dos conteúdos, já podem ser feitas algumas considerações com base na análise realizada. O primeiro ponto a ser comentado é a escassa abordagem de temas de HFC no livro didático analisado, que pode ser constatada através da leitura seletiva – dos 13 textos introdutórios, apenas 3 mencionavam ou incluíam temas relacionados à natureza da ciência. Dentre os quase 30 textos complementares, apenas 6 o faziam. E de todo o livro, apenas 25 páginas de conteúdo abordavam ou mencionavam, de alguma forma, a natureza da ciência. Em uma perspectiva otimista, no entanto, é seguro dizer que o tema aparece, sim, no livro analisado.

Dentre as páginas e trechos analisados, é perceptível, também, que diferentes concepções acerca da natureza da ciência são apresentadas em diferentes momentos. A análise revela, ainda, que os trechos apresentam, entre si e até mesmo em si, concepções contraditórias. Dos 21 trechos selecionados, 4 trechos transmitiram uma concepção elitista e individualista da ciência, enquanto 1 trecho se opôs a mesma na medida em que

abordou o trabalho científico como coletivo.

A concepção acumulativa e de crescimento linear apareceu em um dos 21 trechos e, em contrapartida, 4 outros trechos se contrapuseram à mesma, o que é um indicativo positivo no sentido de evitar tal deformação na compreensão da natureza da ciência. Outra concepção inadequada que foi positivamente contrariada em alguns trechos é a aproblemática e ahistórica. 6 dos trechos analisados opuseram-se a tal concepção. As análises demonstraram oposição, também, à concepção descontextualizada e socialmente neutra da ciência, abordando em 4 trechos algumas das relações que existem entre ciência, sociedade e tecnologia. Já a concepção exclusivamente analítica apareceu levemente em um dos trechos, sendo, no entanto, fortemente atacada por outros dois trechos.

As duas concepções mais preocupantes no cenário analisado foram as concepções empírico-indutivista e ateórica (aparecendo, em maior e em menor nível, em 6 dos trechos e contrariada por apenas um trecho) e rígida (presente, às vezes de forma direta e às vezes de forma indireta, em 5 trechos, sem haver trechos que a confrontem claramente). Isso vai de encontro com estudos anteriores, que apontam para a forte presença dessas concepções em professores e estudantes, assim como em livros-texto.

A sistematização de dados obtidos através da pesquisa-piloto, onde se aponta em quantos trechos uma concepção se fez presente ou contrariada, no entanto, não dá, realmente, uma visão completa do conteúdo analisado. Três contrapontos foram percebidos:

- 1) Em primeiro lugar, e o que já era, de certa forma, esperado, é que muitas das concepções inadequadas acerca da atividade científica se dão por omissão, conforme foi discutido em seções anteriores. Ou seja, é justamente a ausência de informações que transmite algumas dessas concepções. Dessa forma, apenas uma análise da obra completa poderia dar uma visão mais acurada, nesse sentido;
- 2) O segundo ponto é que as concepções apresentadas por Gil-Pérez, adotadas para a categorização, já supõe algumas junções, visto que muitas das concepções inadequadas se integram. No entanto, nem sempre isso acontece, o que gerou uma dificuldade no momento de categorizar os trechos. Isso aconteceu, sobretudo, com as categorias empírico-indutivista e ateórica (alguns trechos mostravam-se empiristas atribuindo um valor essencialista à experimentação na atividade científica, abrangendo, no entanto, ideias apriorísticas que levam a estudos na ciência; o contrário, também); aproblemática e ahistórica (a maioria dos trechos não abordou a problematização da

ciência, apenas sua contextualização histórica, podendo ser considerados como oposição a tal concepção, porém não inteiramente) e principalmente a concepção elitista e individualista (às vezes, o texto transmitia uma visão elitista, porém coletiva; ou individualista, porém não elitista).

- 3) O terceiro e último contraponto é que, pelo caráter muitas vezes subjetivo das concepções que busca-se analisar, há uma certa dificuldade em afirmar, categoricamente, que um trecho classifica-se ou não em uma concepção. Isso aconteceu diversas vezes, em que o trecho aproximava-se a uma determinada concepção, mas ao mesmo tempo, não a contemplava por completo. Faz sentido pensar, então, em algo no sentido do nível de aproximação do trecho com determinada categoria, e não a categorização de forma simplista.

Esses contrapontos dão subsídio para repensar e melhorar, sobretudo, a categorização durante a análise, sugerindo, talvez, a criação de níveis de categorização, e a separação de algumas categorias em mais categorias.

APÊNDICE B – Fichamento: análise do Livro 1

BONJORNO, J. R. et al. Física: mecânica, 1º ano. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016. (Coleção física)			
Parte livro	Trecho	Categoria	Justificativa
APRESENTAÇÃO DO LIVRO	<p>“A Física é a área da Ciência que investiga o Universo. Os cientistas, em conjunto, buscam compreendê-lo e, para isso, utilizam formulação de hipóteses e atividades experimentais. A Física, associada a outras áreas e disciplinas, tem uma importância fundamental no desenvolvimento tecnológico, que proporciona, principalmente a nós, seres humanos, conforto, praticidade e qualidade de vida.” (p. 3)</p>	<p>Oposição – Concepção individualista</p> <p>1 – Concepção rígida</p> <p>1 – Concepção exclusivamente analítica</p>	<p>Ao referir-se aos cientistas como um grupo que busca compreender o Universo em conjunto, enfatiza o caráter coletivo da atividade científica, opondo-se à concepção individualista da ciência.</p> <p>Quando o trecho diz que, para compreender o Universo, os cientistas utilizam hipóteses e experimentos, dá a ideia de que o desenvolvimento da Ciência se dá apenas com a utilização desses procedimentos e que, seguindo-os, o conhecimento científico será construído. Isso traz uma aproximação com a concepção rígida da atividade científica, onde há um método a ser seguido que resultará nos conhecimentos científicos. No entanto, a exclusividade e “sucesso garantido” dos procedimentos apontados não estão explícitos no trecho, deixando essa concepção como uma possibilidade de interpretação subjetiva – assim, aproxima-se de tal concepção no nível 1 de aproximação.</p> <p>O trecho dá a ideia de que a Física tem seu objetivo próprio e independente das demais áreas da Ciência. Aponta que as áreas se associam para o desenvolvimento tecnológico, mas não que seus próprios desenvolvimentos caminham juntos. Essa separação não se dá, no entanto, de forma explícita (apontando diretamente diferenças entre as áreas), mas de forma subjetiva (nível de aproximação 1), transmitindo uma concepção exclusivamente analítica da ciência.</p>
	<p>“[...] a Física não deve se apresentar de forma descontextualizada do mundo, fornecendo somente ideias irrevogáveis, como produtos acabados. Hoje, o grande desafio é que a atividade científica seja vista como essencialmente humana, com seus erros e acertos, defeitos e virtudes.” (p. 3)</p>	<p>Oposição – Concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>Oposição – Concepção socialmente neutra</p>	<p>Aqui, o trecho trata diretamente do desenvolvimento do conhecimento científico, enfatizando que há também erros e defeitos na atividade científica e que as ideias não são produtos acabados irrevogáveis. Opõe-se, assim, à concepção acumulativa e de crescimento linear. Ao enfatizar que a Física não pode se apresentar de forma descontextualizada do mundo, opõe-se à concepção socialmente neutra, transmitindo o entendimento de que a ciência se relaciona com os demais acontecimentos em seu contexto temporal e espacial.</p>

	“[...] apresentamos os conceitos físicos na sua linguagem própria, que dialoga com a Matemática, mas também de forma indissociada da História, da Química, da Biologia e aproximada do cotidiano.” (p. 3)	Oposição – Concepção exclusivamente analítica	Aqui, o trecho traz uma ênfase para o diálogo entre as diferentes áreas do conhecimento ou disciplinas, tidas como indissociáveis - tal trecho, portanto, configura-se como uma oposição à concepção exclusivamente analítica.
INTRODUÇÃO E FINALIZAÇÃO DE CAPÍTULOS E UNIDADES	“A evolução da Ciência permite que sejam encontradas soluções para melhorar nosso dia a dia” (p. 10)	Oposição – Concepção ahistórica Oposição – Concepção aproblemática	A utilização da palavra “evolução” traz a ideia de que a Ciência é dinâmica, alterando-se ao longo do tempo, configurando uma oposição à concepção ahistórica. Ao enfatizar que a Ciência encontra soluções, o trecho supõe a existência de problemas para os quais estas são dadas, opondo-se à concepção aproblemática da ciência.
TEXTOS COMPLEMENTARES	“Deve-se ressaltar que não se pode associar esse desenvolvimento da Ciência a apenas uma área, visto que a nanotecnologia está relacionada aos mais diversos campos de pesquisa em escala nanométrica, como a Medicina, a Eletrônica, a Ciência da computação, a Física, a Química, a Biologia e a Engenharia dos materiais.” (p. 19)	Oposição – Concepção exclusivamente analítica	O trecho enfatiza diretamente a relação, associação e envolvimento entre as diferentes áreas do conhecimento no desenvolvimento da Ciência (nesse caso, tratando especificamente do surgimento da nanotecnologia). Assim, opõe-se à concepção exclusivamente analítica da atividade científica.
	“Entre outros estudos, Galileu se debruçou sobre o problema da queda dos corpos, ou sobre o movimento de um corpo em queda livre.” (p. 84)	Oposição – Concepção aproblemática	Tratando de um ponto específico da história da Ciência - nesse caso, dos estudos de Galileu - o trecho demonstra a atividade científica como um debruçar sobre problemas existentes, opondo-se à concepção aproblemática da Ciência.
	“A queda dos corpos sempre foi um assunto intrigante para os estudiosos e pensadores. Aristóteles, no século IV a. C., achava que a ação de uma força constante implicaria o movimento uniforme. Ou seja, uma força constante manteria a velocidade. Por volta de 1600, ao publicar um trabalho no qual relata os estudos com o plano inclinado, Galileu se opõe à teoria aristotélica, em voga há quase dois mil anos.” (p. 84)	Oposição – Concepção ahistórica	O trecho, também tratando de um momento específico, apresenta diferentes explicações e entendimentos atribuídos a fenômenos da natureza ao longo do desenvolvimento da Ciência. Assim, enfatiza seu caráter dinâmico ao longo da história, configurando-se como uma oposição à concepção ahistórica da Ciência.

TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>“Galileu começou a dar forma ao que hoje todo cientista experimental faz em seu trabalho. Ele é um dos grandes responsáveis pelo que hoje chamamos de metodologia científica, trocando a abordagem qualitativa, adotada anteriormente, pela abordagem quantitativa e descritiva dos fenômenos observados.” (p. 84)</p>	3 – Concepção rígida	<p>Aqui, o trecho remete diretamente à atividade científica como um todo. Afirma a existência de uma metodologia científica, atribuindo-a necessariamente uma abordagem específica. Isso vai de encontro à concepção rígida da Ciência no nível de aproximação 3, uma vez que expõe essas ideias de forma clara e as atribui à atividade científica como um todo.</p>
	<p>“Voltando aos vetores e ao século XIX, naquele tempo os avanços nas áreas da Física geravam a necessidade de se usar uma ferramenta para a solução dos vários problemas que os cientistas estudavam. Era preciso algo que acompanhasse a evolução que a Ciência apresentava.” (p. 118)</p>	<p>Oposição – Concepção ahistórica</p> <p>Oposição – Concepção aproblemática</p> <p>Oposição – Concepção exclusivamente analítica</p>	<p>O trecho situa o desenvolvimento científico em um momento histórico, enfatizando a existência de problemas no decorrer deste. Nesse sentido, demonstra a integração de diferentes áreas nesse desenvolvimento, abordando aqui o papel da Matemática no desenvolvimento científico. Opõe-se assim, simultaneamente, às concepções ahistórica, aproblemática e exclusivamente analítica da Ciência.</p>
	<p>“Mas os que deram realmente a estrutura para o cálculo vetorial do modo como ele é usado hoje na Física foram o estadunidense William Gibbs e, principalmente, o inglês Oliver Heaviside, no final do século XIX. O trabalho de Heaviside com vetores foi escrito em sua obra Teoria eletromagnética. Esses estudos ajudaram a modelar o mundo atual, em virtude da sua contribuição para o desenvolvimento dos dispositivos elétricos, da teoria dos cabos telegráficos, da corrente e dos circuitos elétricos modernos, cujas teorias ele chegou a formular em grande parte.” (p. 119)</p>	<p>Oposição – Concepção ahistórica</p> <p>Oposição – Concepção exclusivamente analítica</p>	<p>Ademais, o trecho comenta, ainda que de um caso específico, sobre a utilização de conhecimentos de diferentes áreas na Física, demonstrando o quanto esses conhecimentos foram importantes no desenvolvimento do conhecimento científico em um momento da história. Opõe-se, assim, à concepção exclusivamente analítica da Ciência, demonstrando integração entre diferentes áreas do conhecimento em meio ao desenvolvimento científico, assim como à concepção ahistórica, por situar esses desenvolvimentos em um momento específico.</p>
	<p>“No entanto, todo o seu [de Heaviside] trabalho científico foi feito em casa, onde ele se isolava de qualquer contato com o mundo acadêmico. Na verdade, Heaviside era autodidata desde seus 16 anos, ou seja, aprendeu quase tudo por conta própria, sem a companhia sequer de um colega para compartilhar dúvidas e certezas. Os problemas enfrentados desde a infância fizeram que ele se afastasse do convívio social e se tornasse uma pessoa hostil. Entretanto, a sua importância para a Ciência e contribuição para o estudo dos vetores nos tempos modernos foi fundamental.” (p. 119)</p>	<p>2 – Concepção elitista</p> <p>2 - Concepção individualista</p> <p>2 – Concepção socialmente neutra</p> <p>Oposição – Concepção ahistórica</p>	<p>O trecho aborda um ponto específico do desenvolvimento científico. Assim, no nível de aproximação 2 (por tratar apenas deste caso e não da atividade científica como um todo), transmite uma concepção elitista da ciência ao enfatizar a ressaltar a autossuficiência de Heaviside (aprendendo tudo sozinho), assim como uma concepção individualista, ao afirmar que não tinha qualquer companhia em seu trabalho. Esse isolamento transmite, também, uma concepção socialmente neutra da Ciência, uma vez que demonstra um afastamento de qualquer aspecto social em seu contexto.</p> <p>Ainda que de forma sutil, o trecho situa as contribuições feitas por Heaviside em um momento da história, evidenciando o impacto que elas tiveram em estudos que o sucederam nos tempos modernos. Assim, contribui para uma oposição à concepção ahistórica da Ciência.</p>

TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>“Nas palavras de Galileu está contida uma das mais importantes contribuições da revolução científica dos séculos XVI e XVII: a constatação do papel das ideias matemáticas na descrição do mundo natural. Não se trata meramente de quantificar grandezas físicas, mas de compreender a importância da Matemática na expressão das leis físicas, o que aumenta o poder de previsão a partir dessas leis, solidifica seus fundamentos e permite o entendimento de seus efeitos. De acordo com o físico Paul G. Hewitt, ‘a ciência e as condições de vida humana avançaram significativamente depois que a ciência e a matemática integraram-se há uns quatro séculos. Quando as ideias da ciência são expressas em termos matemáticos, elas não são ambíguas’.” (p. 132)</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção exclusivamente analítica</p>	<p>O trecho comenta sobre o desenvolvimento da ciência em referência, principalmente, à revolução científica dos séculos XVI e XVII. Assim, demonstra que a ciência é uma construção ao longo da história, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho também aborda fortemente a integração entre ciência e matemática, demonstrando a influência que a relação entre essas duas áreas do conhecimento teve no desenvolvimento científico. Configura-se, então, como uma oposição à concepção exclusivamente analítica da ciência.</p>
	<p>“Embora a força gravitacional ainda não esteja totalmente compreendida, o ponto de partida para o nosso entendimento é a lei da gravitação de Isaac Newton.” (p. 208)</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção ateuórica</p>	<p>Ainda que não diretamente, o trecho supõe uma cronologia no desenvolvimento da ciência ao afirmar que <i>ainda</i> não se compreende a força gravitacional, dando a possibilidade de novos estudos propiciarem isso. Opõe-se então, de forma branda, à concepção ahistórica. Ao enfatizar a teoria de Newton como um ponto de partida para o entendimento da força gravitacional, o trecho evidencia o papel da teoria na tentativa de compreender totalmente tal fenômeno da natureza. Dessa forma, opõe-se à concepção ateuórica da ciência.</p>
	<p>“Muito do que se encontra nessa obra [Philosophiae Naturalis Principia Mathematica] foi desenvolvido cerca de vinte anos antes, quando as escolas e universidades da Inglaterra foram fechadas por causa de uma epidemia de peste bubônica. Obrigado a ficar em casa, Newton aproveitou para pensar, estudar e descobrir as leis da natureza. Entre os anos de 1664 a 1666, Newton estudou a mecânica de Descartes [...]” (p. 216)</p>	<p>Oposição - concepção ateuórica</p> <p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção socialmente neutra</p>	<p>O trecho situa historicamente os estudos de Newton, enfatizando seu desenvolvimento através dos anos. Assim, opõe-se à concepção ahistórica da ciência, o que se relaciona também a uma oposição da concepção socialmente neutra da ciência por evidenciar a influência das condições sociais naquele contexto histórico sob o desenvolvimento da ciência.</p> <p>O trecho comenta, ademais, sobre o fato de Newton ter se debruçado sobre o trabalho de Descartes, evidenciando a influência de teorias anteriores no desenvolvimento de seu trabalho. Opõe-se, assim, à concepção ateuórica da ciência.</p>
	<p>“O Principia é um dos trabalhos mais importantes já publicados. Há quem diga que é a obra científica mais influente publicada até hoje. [...]. Também nessa obra há conceitos e resoluções de outros problemas fundamentais na Ciência, além de apresentar o cálculo diferencial integral, ferramenta matemática desenvolvida pelo próprio autor para</p>	<p>Oposição - concepção aproblemática</p>	<p>O trecho enfatiza os problemas que são solucionados no desenvolvimento da Ciência, opondo-se à concepção aproblemática desta.</p>

CONTEÚDOS	<p>expressar os fenômenos físicos.” (p. 216)</p> <p>“Talvez por estarem fortemente vinculados à natureza, era comum que a explicação dos fenômenos estivesse relacionada à ação de divindades e seres mitológicos. Foi na Grécia, por volta de 600 a.C., que um grupo de filósofos se dedicou a buscar respostas independentes, que pudessem ser compreendidas apenas pelo emprego da lógica. Entre os temas estudados por esses filósofos estavam a concepção da matéria e compreensão do Universo.” (p. 12)</p> <p>Unidade: A Ciência Física Capítulo 1: Introdução ao estudo da Física</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p>	<p>O trecho traz uma forte contextualização histórica em seu conteúdo, demonstrando como a maneira de pensar se alterou no desenvolvimento da ciência ao decorrer da história. Opõe-se, então, à concepção ahistórica da ciência.</p>
	<p>“No início da Era Cristã, um grupo de pensadores se dedicou a estreitar os laços entre a filosofia aristotélica e a concepção religiosa. Essa relação dominou o pensamento do período conhecido como Idade Média, e as questões científicas não ficaram de fora dessa forma de pensar. É comum lermos que a Idade Média foi um “período de trevas” para o desenvolvimento da Ciência, mas essa interpretação é equivocada.” (p. 13)</p> <p>Unidade: A Ciência Física Capítulo 1: Introdução ao estudo da Física</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção socialmente neutra</p>	<p>Contextualizando os estudos científicos no decorrer da história, o trecho opõe-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Demonstrando a influência religiosa no âmbito social e seus efeitos nos esforços dos pensadores da época, opõe-se também à concepção socialmente neutra da ciência.</p>
	<p>“As transformações políticas, econômicas, sociais e religiosas entre os séculos XV e XVII também levaram a revoluções científicas, tecnológicas e artísticas. No período conhecido como Renascimento, filósofos naturais revisaram conhecimentos gregos clássicos sobre a natureza e também propuseram novas interpretações. Só para citar um exemplo, Nicolau Copérnico (1473-1543), astrônomo polonês, revisa o modelo de Universo vigente e propõe que os planetas giram ao redor do Sol e não, da Terra. Galileu Galilei (1564-1642), matemático e físico italiano, dá uma nova interpretação aos movimentos dos corpos descritos por Aristóteles por meio de experimentos e do emprego da linguagem matemática.” (p. 13)</p> <p>Unidade: A Ciência Física Capítulo 1: Introdução ao estudo da Física</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção socialmente neutra</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>1 - Concepção individualista</p> <p>2 - Concepção rígida</p>	<p>O trecho situa o desenvolvimento científico em momentos históricos, opondo-se à concepção ahistórica da ciência. Traz, então, os aspectos sociais presentes nesses momentos históricos, esclarecendo suas influências sob a atividade científica. Opõe-se também, então, à concepção socialmente neutra da ciência.</p> <p>A ideia trazida pelo trecho principalmente de proposição de novas interpretações a fenômenos da natureza opõe-se à concepção acumulativa e de crescimento linear, contemplando a revisão ou abandono de algumas das interpretações gregas à natureza.</p> <p>O trecho, de forma subjetiva, traz a ideia de que diferentes pessoas, individualmente, contribuíram para o desenvolvimento da ciência. Ainda que de forma ampla traga uma coletividade para tal, trata a atividade científica em si como algo individual, de pessoas sozinhas focadas em seu próprio trabalho. Assim, ainda que de forma não clara, transmite a</p>

			<p>concepção individualista da ciência - nível de aproximação 1.</p> <p>O trecho também refere-se aos métodos utilizados por Galileu: experimentos e linguagem matemática. Isso dá a ideia de que o cientista em questão utilizou-se apenas e exatamente desses métodos. Ainda que trate do caso específico (nível de aproximação 2) de Galileu, transmite a ideia da existência de um método específico que o levou a seus desenvolvimentos científicos, o que se relaciona à concepção rígida da ciência.</p>
CONTEÚDOS	<p>“Foi Isaac Newton (1643-1727) quem propôs uma teoria que unificou o conhecimento da Física dos corpos terrestres e celestes, além de contribuir em outras áreas da Física e da Matemática. A fundamentação teórica dada por Newton possibilitou importantes inovações técnicas nos séculos XVIII e XIX, como relógios, teares mecânicos, telescópios, microscópios etc.” (p. 13)</p> <p>Unidade: A Ciência Física Capítulo 1: Introdução ao estudo da Física</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>2 - Concepção individualista</p>	<p>Ao situar o desenvolvimento científico e suas contribuições historicamente, o trecho opõe-se à concepção ahistórica da Ciência.</p> <p>Tratando-se especificamente de Newton (nível de aproximação 2), o trecho transmite a ideia de que a atividade científica é realizada por apenas uma pessoa, individualmente - concepção individualista da ciência.</p>
	<p>“A Termologia, a Eletricidade e o Magnetismo desenvolveram-se nos séculos XVIII e XIX, impulsionados pelas necessidades políticas e econômicas europeias. As máquinas térmicas aumentaram a produtividade das indústrias e a Revolução Industrial incetivou que cientistas se dedicassem a essas áreas. [...] gradativamente a ciência da eletricidade substituiu a ciência do calor em importância e aplicações.” (p. 13)</p> <p>Unidade: A Ciência Física Capítulo 1: Introdução ao estudo da Física</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção socialmente neutra</p>	<p>O trecho situa historicamente o desenvolvimento das áreas da Física, opondo-se à concepção ahistórica da ciência, assim como aborda os impactos que esses desenvolvimentos tiveram na sociedade e vice-versa, opondo-se à concepção socialmente neutra da ciência.</p>
	<p>“No final do século XIX e início do século XX, a forma de pensar a Física sofreu uma mudança significativa, pois os modelos teóricos vigentes não eram capazes de explicar os fenômenos experimentados, por exemplo, da interação da matéria nas altas energias produzidas pelo eletromagnetismo ou de observações feitas por grandes telescópios. Max Planck</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho situa historicamente o desenvolvimento da Física, opondo-se à concepção ahistórica.</p> <p>Além disso, aborda a insuficiência de modelos teóricos, demonstrando a existência de equívocos conceituais e revisões necessárias ao longo da história, o que configura uma oposição à concepção acumulativa e de</p>

CONTEÚDOS	<p>(1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955) são os representantes dessa nova Física: a Quântica e a Relativística, respectivamente. A Mecânica Quântica tenta explicar fenômenos que ocorrem no mundo das partículas atômicas e subatômicas. Os conceitos de posição e energia já não seguem as leis propostas por Newton. Por sua vez, a relatividade procura descrever o movimento com velocidades próximas à velocidade da luz, substituindo os conceitos newtonianos de tempo e espaço.” (p. 14)</p> <p>Unidade: A Ciência Física Capítulo 1: Introdução ao estudo da Física</p>	Oposição - concepção aproblemática	crescimento linear, assim como à concepção aproblemática (por abordar a incapacidade de uma teoria vigente de explicar fenômenos, surgindo a necessidade e o desenvolvimento de uma nova teoria) da ciência.
	<p>“Infelizmente, o conhecimento científico também foi empregado para fins bélicos, e o mundo assistiu em agosto de 1945 ao ataque nuclear americano às cidades de Hiroshima e Nagasaki, no Japão. Ações diplomáticas de vários líderes políticos, religiosos e sociedade civil em campanhas pró-desarmamento ajudaram a mudar o foco do emprego da energia atômica, e hoje reconhecemos a importância dessa energia na geração de energia elétrica e também nas aplicações em doenças como o câncer, na medicina.” (p. 14)</p> <p>Unidade: A Ciência Física Capítulo 1: Introdução ao estudo da Física</p>	Oposição - concepção socialmente neutra	O trecho trata claramente dos impactos que o desenvolvimento científico teve na sociedade. Assim, traz uma contextualização social para o desenvolvimento com a ciência, demonstrando como este se relaciona com as esferas sociais, opondo-se à concepção socialmente neutra da ciência.
	<p>“Revisitar esses fatos históricos, que tiveram influência direta dos conhecimentos da Física, é reconhecer que essa ciência é, legitimamente, uma construção humana das mais relevantes. Estudar Física é também estar em contato com aspectos culturais, sociais, tecnológicos, políticos e econômicos.” (p. 14)</p> <p>Unidade: A Ciência Física Capítulo 1: Introdução ao estudo da Física</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção socialmente neutra</p>	O trecho trata diretamente do desenvolvimento da Física, sendo sua ideia principal defender seu desenvolvimento histórico, com caráter humano e dinâmico, e suas relações com as esferas sociais e culturais. Opõe-se fortemente, assim, às concepções ahistórica e socialmente neutra da atividade científica.
CONTEÚDOS	<p>“A queda dos corpos está presente no cotidiano de cada um, e mesmo intuitivamente todos já analisamos algum tipo de verificação na queda dos corpos. Assim, com um simples experimento, podemos verificar com um olhar mais crítico</p>	2 - Concepção empirico-indutivista	O trecho traz em si a ideia de que a partir de um experimento, Galileu chegou aos conhecimentos relativos à queda dos corpos. Transmite, então, uma concepção empirico-indutivista da construção do conhecimento científico, tratando-se de um caso específico (nível de

CONTEÚDOS	<p>como Galileu chegou pode ter chegado [sic] a suas conclusões. [...] Galileu, cientista italiano, considerado como introdutor do método experimental, fez muitas experiências sobre a queda dos corpos e mostrou que uma pedra grande e uma pequena largadas simultaneamente da mesma altura atingem o solo no mesmo instante.” (p. 134)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 9: Força e movimento</p>		aproximação 2).
	<p>“Muitas civilizações desenvolveram as mais variadas explicações para os fenômenos observados no céu, que influenciaram as ações humanas e o interesse pelas ciências. Uma delas foi a grega, que acreditava ser a Terra o centro do Universo, por isso estaria fixa, enquanto o Sol a Lua, os planetas e as estrelas giravam em torno dela. Alguns gregos consideravam que esse movimento circular era perfeito, inclusive Aristóteles no século IV a. C.” (p. 201)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	Oposição - concepção ahistórica	O texto trata as diferentes maneiras com que as civilizações pensaram sobre o Universo ao longo da história, opondo-se assim à concepção ahistórica da ciência.
	<p>“Por volta do século II, Cláudio Ptolomeu, estudioso e pesquisador de Matemática, Geografia e Astronomia, propôs um modelo que levava em consideração a concepção de mundo como o de Aristóteles, que defendia a ideia de que a Terra era esférica e que estaria em repouso no centro do Universo.” (p. 201)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	Oposição - concepção ahistórica Oposição - concepção ateórica	O trecho situa historicamente o momento em que se deu o desenvolvimento científico de um caso específico - aqui, da proposição do modelo ptolomaico. Assim, opõe-se à concepção ahistórica da ciência e, ao denotar a influência da concepção aristotélica de mundo em tal desenvolvimento, deixando claro o papel que as ideias anteriores nele desempenham, também se opõe à concepção ateórica da ciência.
	<p>“O modelo de Ptolomeu foi aceito como verdadeiro e definitivo pelas autoridades intelectuais da Idade Média e boa parte do Renascimento. O fato é que esse sistema fornecia explicações satisfatórias para os fenômenos observados, apesar da complexidade dos cálculos e da geometria. Além disso, as interpretações de trechos da Bíblia por autoridades eclesiásticas como São Tomás de Aquino davam força política a esse modelo, que situava a maior criação de Deus no centro do Universo. Durante esse período, toda a autoridade deveria</p>	Oposição - concepção ahistórica Oposição - concepção socialmente neutra	O trecho situa o desenvolvimento da ciência e a validade de teorias científicas no decorrer da história, abordando os aspectos sociais (neste caso, especialmente a religião) presentes nesse contexto que tiveram influência sobre o pensar científico do momento abordado. Opõe-se, então, às concepções ahistórica e socialmente neutra da ciência.

CONTEÚDOS	<p>ser atribuída à Igreja Católica, considerada a legítima representante de Deus na Terra.” (p. 202)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>		
	<p>“Na Grécia antiga, Aristarco de Samos (310-210 a.C.) já propunha que o Sol estivesse no centro do sistema planetário e em torno dele a Terra e os demais planetas estariam girando. Esse modelo é denominado heliocêntrico (<i>helios</i>, em grego, significa Sol; portanto, heliocêntrico quer dizer centrado no Sol). No século XVI, Nicolau Copérnico, astrônomo polonês, fez renascer o modelo heliocêntrico. Copérnico buscava sistematizar um modelo no qual o Sol, como fonte de luz e calor, ocupasse lugar de destaque. [...] Vale lembrar que, segundo os textos da Igreja Católica, a luz sempre foi vista como algo bom.” (p. 202)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	<p>Oposição - concepção ateuórica</p> <p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção socialmente neutra</p>	<p>O trecho traz, claramente, a influência que Aristarco teve sob Copérnico para que este pensasse em um modelo heliocêntrico para o Universo. Além disso, situa esses momentos e ideias historicamente. Opõe-se, assim, às concepções ateuórica e ahistórica da ciência.</p> <p>Ao abordar os aspectos religiosos do momento histórico em questão, o trecho deixa clara a influência que esses tiveram sob o desenvolvimento científico, opondo-se também à concepção socialmente neutra da ciência.</p>
	<p>“Apesar de não ter sido amplamente aceita entre os estudiosos da época, a obra de Copérnico fez que surgisse uma nova interpretação do mundo baseada em argumentos matemáticos e na Antiguidade clássica. A crítica ao fato de a Terra se mover não impediu que os astrônomos usassem seu modelo como uma nova fonte de pesquisa. A adoção do novo modelo implicaria uma mudança radical de visão de mundo, que começou a ser mais bem esboçada quando as observações do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), sobre o movimento do planeta Marte, levaram o alemão Johannes Kepler (1571-1630) a pesquisar a validade do heliocentrismo. Em virtude das leis de Kepler, os dados coletados e revisados durante milênios ganhariam uma explicação mais completa e precisa, favorecendo a aceitação da ideia de um Universo ilimitado e estabelecendo-se que as órbitas dos planetas eram elípticas, e não circulares.” (p. 203)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	<p>Oposição - concepção ateuórica</p> <p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>Ao tratar o modelo copernicano como “uma nova fonte de pesquisa”, o trecho assume o papel que ideias anteriores, teorias, desempenham no desenvolvimento da atividade científica - opõe-se, assim, à concepção ateuórica da ciência.</p> <p>Traz também a ideia de mudanças radicais na forma com que a Ciência entende o mundo, refutando modelos anteriores, o que configura uma oposição à concepção acumulativa e de crescimento linear.</p> <p>Situando historicamente os desenvolvimentos científicos aos quais se refere, opõe-se à concepção ahistórica da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>“Adepto ao sistema heliocêntrico que, considerando as anotações de Tycho Brahe referentes ao movimento dos planetas, Johannes Kepler aperfeiçoou as ideias de Copérnico. Mas por causa da perseguição aos protestantes foi para Praga, onde dedicou muitos anos de estudo aos movimentos dos astros, mesmo depois da morte de Brahe. O alemão era fascinado pela ideia de um universo harmônico, e suas pesquisas o levaram a descobrir evidências nos movimentos planetários que justificariam a escolha do heliocentrismo e resolveriam muitos problemas que o próprio Copérnico não foi capaz de solucionar. A constatação de que as órbitas - até então circulares, tanto no modelo geocêntrico de Aristóteles e Ptolomeu como no heliocêntrico de Copérnico - eram elípticas talvez tenha sido a principal ruptura com o paradigma vigente.” (p. 203)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	<p>Oposição - concepção ateuórica</p> <p>Oposição - socialmente neutra</p> <p>Oposição - aproblemática</p> <p>Oposição - acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho aborda diretamente a influência da teoria heliocêntrica e dos trabalhos de Copérnico no desenvolvimento das teorias de Kepler. Tratando desse caso específico, o trecho é uma oposição à concepção ateuórica da ciência.</p> <p>Ao abordar a perseguição aos protestantes e a influência que esse contexto social teve sob o desenvolvimento científico, o trecho se opõe também à concepção socialmente neutra da ciência.</p> <p>O trecho traz a ideia de problemas que são solucionados no desenvolvimento da ciência, assim como a ruptura com ideias anteriores para a resolução de tais problemas (abordando inclusive o termo “paradigma”, influência clara da epistemologia de Kuhn). Opõe-se, assim, às concepções aproblemática e acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>
	<p>“O astrônomo dinamarquês Tycho Brahe possuía um castelo, o Uraniborg, na ilha de Hven, destinado a observações do céu. Obteve reconhecimento e patrocínio de Frederico II, rei da Dinamarca, e assim pôde construir seu observatório. Contava com instrumentos astronômicos como quadrantes, sextantes e relógios, com os quais obteve os dados mais precisos de sua época. A órbita de Marte era seu maior desafio. Aparentemente, os dados relativos ao planeta vermelho não caracterizavam uma circunferência. Tycho Brahe precisava de um matemático para resolver o problema. Johannes Kepler não mediu esforços para encontrar a forma real da órbita de Marte. Após muitos cálculos, o matemático alemão conseguiu descrever a órbita do planeta por meio de uma elipse matematicamente correta e generalizou sua descoberta ao afirmar que todos os planetas descreviam trajetórias elípticas ao redor do Sol e este, por sua vez, estaria localizado em um dos focos da elipse.” (p. 204)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	<p>Oposição - concepção socialmente neutra</p> <p>Oposição - aproblemática</p> <p>1 - Concepção empirico-indutivista</p>	<p>Ao trazer a ideia de que Tycho Brahe precisou de reconhecimento e patrocínio do rei do país para realizar suas pesquisas, se evidencia a influência do contexto social no desempenho da atividade científica - tanto do regime político quanto da questão econômica, nesse caso. Assim, configura-se como uma oposição à concepção socialmente neutra da ciência.</p> <p>O trecho apresenta a órbita de Marte como um desafio, um problema a ser resolvido pela ciência. Isso se contrapõe à concepção aproblemática da ciência, evidenciando o papel dos problemas como norteadores na realização de estudos científicos.</p> <p>O trecho aborda a ideia de generalização a partir dos resultados obtidos pela pesquisa realizada (nesse caso, sobre a órbita de Marte) como forma de obtenção de conhecimento científico, ignorando todo o processo arbitrário de tentativa e erro de Kepler, o que dá a ideia de dados que através de cálculos “óbvios” dão resultados assertivos. Ainda que de forma subjetiva (nível de aproximação 1) e tratando de um caso específico, transmite a concepção empirico-indutivista da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>“Na busca por um Universo harmônico, Kepler continuou procurando, por meio de cálculos exaustivos, novas relações entre o movimento dos planetas e a forma de suas órbitas e acabou enunciando uma nova lei (2ª lei de Kepler): o raio vetor (segmento imaginário que une o Sol ao planeta) “varre” áreas iguais em tempos iguais.” (p. 204)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	Oposição - concepção ateorica	O trecho traz, de forma clara, a ideia de que Kepler desenvolveu sua pesquisa a partir do pressuposto teórico de um Universo harmônico. Assim, talvez sem essa concepção teórica antes de realizar suas pesquisas, não tivesse chego às mesmas conclusões - ou sequer estudado tais aspectos. Isso evidencia uma oposição direta à concepção ateorica da ciência.
	<p>“Ele [Kepler] estava convicto de que o Sol era responsável por essa variação de velocidade [dos planetas ao longo de suas órbitas] e sua hipótese - talvez por estar influenciado pela leitura do livro De Magnete (1600), de William Gilbert (1544-1603), - era que o astro agia nos planetas pela ação do magnetismo. Mas ela foi invalidada pelos posteriores trabalhos de Isaac Newton sobre a gravitação.” (p. 205)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	Oposição - ateorica Oposição - acumulativa e de crescimento linear	<p>Mais uma vez, aborda-se as convicções do cientista e os pressupostos teóricos influenciando a atividade científica, de forma que o trecho contrapõe-se à concepção ateorica da ciência.</p> <p>Por abordar a questão de invalidação no desenvolvimento da ciência e a mudança de modelos explicativos para fenômenos naturais, o trecho também se contrapõe à concepção acumulativa e de crescimento linear.</p>
	<p>“Newton, assim como Kepler, acreditava que alguma força deveria agir sobre os planetas, cujas trajetórias eram elípticas; se assim não fosse, suas trajetórias seriam retilíneas.” (p. 207)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	Oposição - ateorica	O trecho aborda as ideias anteriores de Newton e Kepler, demonstrando que seus trabalhos não foram realizados a partir do nada, mas de modelos teóricos pré-existentes. Opõe-se, assim, à concepção ateorica da ciência.
	<p>“O sucesso de sua [de Newton] formulação originou-se da associação de seus questionamentos com a 3ª lei de Kepler. Newton concluiu então que dois corpos se atraem reciprocamente com uma força gravitacional cuja intensidade é diretamente proporcional ao produto das suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. O sucesso dessa descoberta foi tão grande que a fórmula matemática que expressa tal ideia passou a se chamar lei da Gravitação universal.” (p. 207)</p> <p>Unidade: Dinâmica Capítulo 12: Gravitação universal</p>	Oposição - ateorica	O trecho demonstra que a formulação de Newton se deu através de associações com modelos teóricos pré-existentes. Assim, opõe-se à concepção ateorica da ciência.

CONTEÚDOS	<p>“Por volta de 1650, Blaise Pascal, filósofo, matemático francês (1623-1662), descobriu que qualquer aumento de pressão em um líquido transmite-se igualmente a todos os pontos desse líquido, inclusive às paredes do recipiente que o contém. Essa descoberta ficou conhecida como princípio de Pascal.” (p. 259)</p> <p>Unidade: Mecânica dos fluidos Capítulo 14: Hidrostática e Hidrodinâmica</p>	<p>Oposição - Concepção ahistórica</p> <p>1 - Concepção ateórica</p>	<p>Situando o desenvolvimento científico em um determinado momento da história, o trecho opõe-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Ao abordar a ideia de “descoberta”, o trecho transmite, ainda que de forma bastante subjetiva (nível de aproximação 1), a ideia de que Pascal chegou a suas conclusões de forma “natural”, sem atribuir qualquer valor ou papel aos pressupostos teóricos que envolveram seus estudos. Aproxima-se, então, das concepções empirico-indutivista e ateórica da ciência.</p>
	<p>“Foi Arquimedes quem primeiro constatou as características do empuxo que um fluido exerce sobre um corpo que nele esteja total ou parcialmente imerso. Nos seus experimentos, verificou que, quando um corpo mais denso que o fluido é mergulhado neste, o seu peso aparentemente diminui em um valor igual ao peso do volume do fluido deslocado.” (p. 262)</p> <p>Unidade: Mecânica dos fluidos Capítulo 14: Hidrostática e Hidrodinâmica</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>1 - concepção empirico-indutivista</p> <p>1 - concepção ateórica</p>	<p>Ao trazer a ideia de que Arquimedes foi “o primeiro” a realizar determinada atividade, supõe-se que ninguém antes na história a realizou - assim, evidencia-se que aquele conhecimento nem sempre esteve à disposição, mas sim que desenvolveu-se num momento da História. Dessa forma, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho traz a ideia de que, através de seus experimentos, Arquimedes fez constatações a respeito do que conhecemos como empuxo. Sem dizer diretamente que foi a partir dos experimentos que chegou a suas conclusões, o trecho não atribui qualquer papel à teoria nessa atividade, transmitindo de forma subjetiva (nível de aproximação 1) as concepções ateórica e empirico-indutivista da ciência.</p>

APÊNDICE C – Fichamento: análise do Livro 2

BONJORNO, J. R. et al. Física: terminologia, óptica, ondulatória, 2º ano. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016. (Coleção física)			
Parte livro	Trecho	Categoria	Justificativa
INTRODUÇÃO E FINALIZAÇÃO DE CAPÍTULOS E UNIDADES	<p>“Rio-92 (1992), Protocolo de Kyoto (1997), Conferência de Copenhague (2009), Rio+20 (2012 e COP 21 (2015) foram encontros relacionados às mudanças climáticas. A redução da emissão de gases de efeito estufa foi sempre o carro-chefe dessas discussões. Esse é um assunto polêmico na comunidade científica: há grupos de pesquisadores que responsabilizam a emissão humana de gases de efeito estufa (queima de combustíveis fósseis, desmatamento florestal) pelo aquecimento global; outros afirmam que é um processo natural do nosso planeta, como já ocorrido anteriormente. De qualquer forma, muitos conhecimentos da Física são empregados para o estudo dos fenômenos associados ao aquecimento global” (p. 10)</p>	<p>Oposição - concepção socialmente neutra</p> <p>Oposição - concepção individualista</p>	<p>Ao abordar as mudanças climáticas, os encontros políticos a elas relacionados e a relação destas com a comunidade científica e os estudos da ciência, o trecho se configura como uma oposição à concepção socialmente neutra da ciência, assim como à concepção individualista, ao abordar a ciência como algo coletivo – a atividade de uma comunidade.</p>
	<p>“A Termodinâmica tem como foco estudar a energia térmica (calor) pode ser usada para produzir trabalho (energia mecânica). Os estudos nessa área intensificaram-se no século XVIII, com o início da Revolução Industrial, para compreender o funcionamento das máquinas a vapor e também atingir melhores resultados com elas.” (p. 74)</p>	<p>1 - Concepção exclusivamente analítica</p> <p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção socialmente neutra</p>	<p>Ao delimitar claramente o foco de estudo da termodinâmica, o trecho supõe uma divisão de áreas do conhecimento, cada uma com um foco de estudo específico e independente. Assim, transmite-se, ainda que não de forma direta e totalmente clara (nível de aproximação 1) a concepção exclusivamente analítica da ciência.</p> <p>Situando os desenvolvimentos científicos historicamente e o contexto social que o propulsionaram, o trecho opõe-se, também, às concepções ahistórica e socialmente neutra da ciência.</p>

INTRODUÇÃO E FINALIZAÇÃO DE CAPÍTULOS E UNIDADES	<p>“As primeiras máquinas térmicas a vapor surgiram na Inglaterra no século XVII; e no século seguinte ocorreria a primeira Revolução Industrial. Essa movimentação aconteceu sem que os cientistas tivessem uma compreensão clara da natureza do calor. Um dos responsáveis pela compreensão da relação entre calor e trabalho foi Léonard Nicolas Sardi Carnot (1796-1832), que demonstrou ser impossível uma máquina térmica operar sem perdas de energia.” (p. 96)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção individualista</p>	<p>O trecho situa o desenvolvimento científico em questão historicamente, demonstrando que o conhecimento científico foi construído pela humanidade ao longo do tempo, sem estar pronto e presente desde sempre.</p> <p>Ao trazer a ideia de que Carnot foi “um dos responsáveis” pela compreensão da relação entre calor e energia, traz um caráter coletivo para esse desenvolvimento científico, opondo-se à concepção individualista da ciência.</p>
	<p>“Para conhecer a natureza da luz, pensadores de todos os tempos precisaram compreender inicialmente suas propriedades e os fenômenos a ela associados. Instrumentos de vários tipos foram desenvolvidos a partir desses estudos, possibilitando avanços na ciência da luz, no setor de tecnologia e em outras áreas do conhecimento. Óculos, telescópios, microscópios, lasers e fibras ópticas são apenas alguns exemplos de um conhecimento em construção.” (p. 124)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p>	<p>O trecho aborda claramente a ideia de que, ao longo da história, foram realizados diversos estudos buscando a compreensão da natureza da luz. Isso evidencia a construção histórica dos conhecimentos científicos, contrapondo a concepção ahistórica da ciência.</p>
TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>“A ideia de átomo evolui com o tempo. O átomo de Demócrito, no século IV a.C.; o de Pierre Gassendi (1592-1655) e Robert Boyle (1627-1691), no século XVII; o de John Dalton (1766-1844), Joseph-Louis Gay-Lussac (1778-1850) e Amedeo Avogadro (1776-1856), no século XIX; e o de J. J. Thomson (1856-1940), Ernest Rutherford (1871-1937) e Niels Bohr (1885-1962) no século XX, são muito diferentes entre si, apesar de todos esses pesquisadores terem defendido a ideia de que a matéria é constituída de pequenas partículas.” (p. 12)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho situa os desenvolvimentos científicos historicamente, abordando inclusive as mudanças de concepções, apontando que os modelos defendidos foram muito diferentes entre si, o que vai contra à ideia de continuidade e acumulação no desenvolvimento da ciência. Opõe-se, dessa forma, às concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear.</p>
	<p>“Para Demócrito, o átomo era o constituinte da matéria e só poderia ser concebido pela razão. Para Gassendi e Boyle, o átomo ainda era indivisível, mas se tratava de um componente real da matéria. Dalton, Gay-Lussac e Avogadro procuraram medir sua massa e volume, inaugurando um atomismo científico. No século XIX, com</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>Esclarecendo as mudanças de concepções do modelo atômico no decorrer da história, incluindo o abandono de algumas ideias por outras, o trecho opõe-se às concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p> <p>Ao fim do trecho, ao afirmar que “com os experimentos” o</p>

TEXTOS COMPLEMENTARES	os experimentos de descargas elétricas em gases rarefeitos, o átomo deixou de ser indivisível e, no século seguinte, havia pelo menos três modelos que estruturavam o átomo já com divisões. Atualmente, o campo da Física que estuda as divisões atômicas e seus componentes é a Física de partículas.” (p. 13)	1 - Conceção empírico-indutivista 1 - Conceção exclusivamente analítica	átomo teria deixado de ser indivisível, o trecho carrega em si, ainda que de forma subjetiva (nível de aproximação 1) uma concepção empírico-indutivista da ciência, dando a ideia de experimentos cruciais a partir dos quais (e apenas deles) esse desenvolvimento foi possível. Ao trazer a ideia de que as divisões atômicas são estudadas pela Física de partículas (supondo, então, que por mais nenhum outro campo), o trecho transmite, de forma subjetiva (nível de aproximação 1), a ideia de uma segregação de áreas do conhecimento e seus estudos - concepção exclusivamente analítica da ciência.
	“1864: A pasteurização, processo que permitiu ampliar a duração dos produtos, foi desenvolvida pelo químico francês Louis Pasteur após observar que o aquecimento dos alimentos, seguido por uma queda brusca de temperatura, reduzia o número de bactérias.” (p. 15)	Oposição - concepção ahistórica 1 - Conceção empírico-indutivista 1 - Conceção ateórica	Situando o desenvolvimento científico historicamente, o trecho contrapõe a concepção ahistórica da ciência. O trecho carrega a ideia que a técnica de pasteurização se deu por ideias obtidas através da observação de situações (ou experiências), o que, ainda que subjetivamente (nível de aproximação 1), transmite a ideia de uma concepção empírico-indutivista da ciência. Atribuindo à observação e ao experimento a origem de tal desenvolvimento científico, o trecho não atribui qualquer papel à teorias anteriores neste. Embora não deixe isso claro (nível de aproximação 1) se transmite também, então, a concepção ateórica da ciência.
	“1946: O forno de micro-ondas foi criado por acaso pelo engenheiro americano Percy Spencer. Ao trabalhar em um radar, notou que determinada frequência de onda derreteu o chocolate que levava no bolso.” (p. 15)	Oposição - concepção ahistórica 1 - Conceção empírico-indutivista	Situando o desenvolvimento científico historicamente, o trecho contrapõe a concepção ahistórica da ciência. O trecho traz a ideia de que, a partir da observação de um fenômeno, o engenheiro chegou a ideia de que ondas da frequência micro-ondas possuem a capacidade de derreter (e

TEXTOS COMPLEMENTARES		1 - Concepção atórica	esquentar) alimentos. Isso transmite uma ideia da observação e da experiência como a parte central para o desenvolvimento científico, sem atribuir qualquer valor a teorias anteriores, que sequer são admitidas aqui. Embora isso não esteja claro no trecho, porém presente de forma subjetiva (nível de aproximação 1), este transmite uma concepção empírico-indutivista e atórica da ciência.
	“[...] pensador influente do século XVII [...], [Joseph] Black não procurava entender a natureza do calor. Mais pragmático, sua preocupação era descobrir uma forma, mesmo que indireta, de medir o calor e suas consequências. Uma postura semelhante à adotada por Newton, que não explicou a natureza da força gravitacional, mas desenvolveu uma maneira qualitativa de operar com ela através de equações matemáticas [...]. Essa mudança de ponto de vista, aparentemente pouco importante, representou um enorme avanço. Black mostrou que os conceitos de temperatura e calor não são idênticos. Colocados em um pequeno forno, durante o mesmo tempo, um disco de ferro e uma quantidade equivalente de água não sofrem aquecimento igual. Estando inicialmente à mesma temperatura, o ferro tem uma temperatura superior à da água após o aquecimento. Se a quantidade de calor recebida por ambos foi a mesma, seu efeito sobre a temperatura é diferente em cada material. Black chamou a propriedade de “capacidade térmica”.” (p. 25)	Oposição - concepção ahistórica	Situando o desenvolvimento científico historicamente, o trecho contrapõe a concepção ahistórica da ciência.
	“Até meados do século XIX, nos meios científicos, a evolução era considerada apenas como uma hipótese interessante. As teorias evolucionistas tomaram grande impulso com os trabalhos de Lamarck e Darwin. Atualmente, sabe-se que o processo de evolução não está ligado apenas à adaptação genotípica da espécie humana. Fatores culturais, psicológicos e comportamentais não podem ser descartados.” (p. 36)	Oposição - concepção ahistórica	Situando o desenvolvimento científico historicamente, o trecho contrapõe a concepção ahistórica da ciência.

TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>“No século XVIII, a ideia sobre calor era muito diferente da que conhecemos hoje. Acreditava-se na chamada teoria do calórico - um fluido que não podia ser medido ou pesado, composto de partículas minúsculas que se repeliriam entre si. Para os cientistas daquela época, o calórico circularia dos corpos quentes para os corpos frios, servindo assim como um veículo para o calor. No caso do aquecimento por fricção o calor era explicado como a fricção sendo responsável pela retirada do calórico, fazendo que os corpos parecessem mais quentes. O britânico Joseph Black (1728-1799) percebeu claramente a distinção entre calor e temperatura. Ele conseguiu demonstrar que o calor é necessário para provocar uma mudança de fase de uma substância (sólido para líquido, líquido para gasoso) sem um aumento de temperatura. Black investigou as diferentes capacidades calóricas das substâncias e forneceu as bases para que os estudos sobre calor progredissem.” (p. 72)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>Situando o desenvolvimento científico historicamente, o trecho contrapõe a concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Esclarece que, no decorrer da história, diferentes concepções e ideias foram atribuídas a fenômenos envolvendo calor e temperatura, evidenciando o abandono de algumas ideias por outras e mudanças nesse sentido. Isso contrapõe, então, a concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>
	<p>“Pouco tempo depois, por volta de 1800, a teoria do calórico sofreu um grande golpe. O inglês Benjamin Thompson (1753-1814), também conhecido como Conde de Rumford, ao trabalhar em uma indústria de canhões, percebeu que eles precisavam ser resfriados quando perfurados por brocas, para não deformar o furo. De acordo com a teoria vigente, isso acontecia pois o calórico fluía do metal perfurado e aquecia o corpo todo. Porém, quando a broca ficava cega, ou seja, sem a capacidade de perfurar o metal, o calor gerado era ainda maior e mais água era necessária para esfriar o canhão. Sem a perfuração, Conde Rumford chegou à conclusão de que não era um fluido o responsável pelo aquecimento, e sim o movimento em si.” (p. 72)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>1 - Concepção empírico-indutivista</p>	<p>O trecho traz o desenvolvimento histórico de ideias científicas, evidenciando as mudanças na forma do pensar científico que houveram, incluindo o abandono da teoria do calórico. Isso demonstra uma oposição às concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p> <p>O trecho parte da ideia de que, a partir da observação e realização de experimentos, Conde Rumford chegou a novas conclusões a respeito do aquecimento dos materiais. Sem dizer isso de forma totalmente clara (nível de aproximação 1), mas subjetiva, transmite a concepção empírico-indutivista da ciência.</p>

TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>“Um pouco mais tarde, o inglês James Prescott Joule (1818-1889) reforçou o conceito de calor como forma de energia. Com Joule, estabeleceu-se a equivalência entre calor e outras formas de energia ou a energia térmica e mecânica: calor e trabalho são intercambiáveis.” (p. 72)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção atórica</p>	<p>Ao afirmar que Joule “reforçou” um conceito, o trecho transmite a ideia de uma teoria pré-existente que direcionou seu trabalho, situado em um momento da história. Assim, o trecho se opõe às concepções ahistórica e atórica da ciência.</p>
	<p>“Antoine Lavoisier (1743-1794) também contribuiu sobremaneira com as pesquisas sobre o calor. Além disso, ele teve papel fundamental para desconstruir uma ideia que existia na Ciência de seu tempo: o flogístico. [...] A teoria [do flogístico] começou a ser gestada pelo alemão Johann Becher (1635-1682) em 1667, e foi desenvolvida pelo também alemão Georg Ernst Stahl (1660-1747), perdurando por um século. [...] À sua época, Boyle acreditava poder explicar o ganho de massa de um metal em combustão pela adição das “partículas de fogo”. Para Stahl, o flogístico fluía de uma substância para outra, transportado pelo ar em volta. [...] Lavoisier era contra a hipótese do flogístico e, por meio de um experimento, contribuiu para uma melhor compreensão da matéria e dos elementos. Nesse experimento, ele utilizou uma vela acesa colocada sobre uma poia, numa tigela com água, e cobriu a vela com um vaso de vidro. Lavoisier constatou que a vela consumia parte do ar e se apagava. Usando uma balança, conseguiu verificar também que a massa de gases era constante antes e depois da combustão e que ela se dava pela presença do oxigênio. Dessa forma, quando algo se queimava, não era por liberar flogístico, mas por se combinar com um elemento presente no ar. Foi uma constatação de grande valia que enfraqueceu a teoria do flogístico.” (p. 72)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>Oposição - Concepção atórica</p> <p>2 - Concepção empírico-indutivista</p>	<p>Abordando as mudanças e construções de novas concepções no âmbito científico ao decorrer da história, enfatizando inclusive o abandono (ou tentativa de) uma determinada teoria, o trecho configura-se como uma oposição às concepções ahistórica, acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p> <p>Ao dizer que Lavoisier era contra a teoria do flogístico e por isso realizou estudos que contribuíram para o desenvolvimento da ciência, o trecho dá a entender a influência de ideias prévias e teorias na realização de seus trabalhos, contrapondo a concepção atórica da ciência.</p> <p>Ademais, o trecho deixa claro que a contribuição de Lavoisier teria se dado pela realização de um experimento, a partir do qual chegou a conclusões que contribuíram para um melhor entendimento da matéria. Atribuindo valor crucial ao experimento e às observações, cuja generalização levou a compreensão da matéria de forma universal, o trecho transmite a concepção empírico-indutivista da ciência, tratando de um caso específico (nível de aproximação 2).</p>
	<p>“No século XVII as áreas do conhecimento científico não apresentavam as mesmas delimitações como conhecemos hoje. Um tratado sobre filosofia natural poderia abranger temas de física, química, biologia, astronomia,</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>3 - Concepção</p>	<p>O trecho assume claramente a ideia de que, na atualidade, as áreas do conhecimento são segregadas, com foco de estudo delimitado, embora não tenham sido sempre assim. Transmite, então, de forma clara e generalizada (nível de aproximação 3),</p>

TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>meteorologia, astrologia e alquimia sem maiores consequências. J. B. Van Helmont (1579-1644) foi um médico e filósofo químico do século XVII. Suas contribuições no campo da Química e da Medicina são pesquisadas até hoje pelos historiadores da Ciência. A Van Helmont é atribuída a criação do termo gás.” (p. 77)</p>	exclusivamente analítica	<p>uma concepção exclusivamente analítica da ciência, em que cada área de preocupa com seu foco de estudo.</p> <p>Ademais, o trecho situa historicamente o desenvolvimento científico, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p>
	<p>“O conceito de gás surgiu dentro da teoria da matéria, para explicar fatos sem recorrer aos quatro elementos e às qualidades primárias [...]. Van Helmont identificou o gás como um portador da semente da especificidade de cada corpo. Ou seja, uma das ideias mais caras a Van Helmont - a de que tudo teria uma semente específica que lhe daria origem - tinha no gás uma importante evidência experimental.” (p. 77)</p>	<p>Oposição - concepção atórica</p> <p>1 - Concepção individualista</p>	<p>O trecho deixa claro que a ideia de gás surge dentro do contexto de uma teoria, com um propósito teórico, opondo-se, assim, à concepção atórica da ciência.</p> <p>Embora não deixe claro (nível de aproximação 1), ao atribuir a identificação de gás apenas a Van Helmont, transmite subjetivamente uma concepção individualista da ciência, nesse caso específico.</p>
	<p>“Os primeiros estudos científicos sobre a mistura de cores foram realizados por Newton em 1666. Nessa época os cientistas já tinham conhecimento que a luz branca do Sol, ao atravessar um prisma, originava feixes coloridos. Acreditavam que a luz branca era uma luz pura, “tingida” pelo prisma, adquirindo as cores durante a passagem pelo vidro. Newton realizou então uma experiência muito simples, que demonstrou ser falsa a ideia de que o “tingimento” da luz era feito pelo prisma. Pegou um prisma de vidro totalmente polido e o colocou frente a um orifício que ele mesmo fizera na janela do seu quarto. Verificou que a luz proveniente do Sol se dispersava em feixes coloridos e a esse conjunto se chamou de spectrum. Em seguida, Newton realizou o “experimento crucial”: com um anteparo, eliminou a passagem de todas as cores do “spectrum” com exceção de uma e fez com que essa passasse por um segundo prisma. O feixe emergente era mais espesso, mas a cor permaneceu inalterada. Concluiu, portanto, que um prisma nada acrescenta a um feixe de luz que o atravessa. Dessa forma, Newton propôs que a luz branca não era pura, mas</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção atórica</p> <p>2 - Concepção empírico-indutivista</p> <p>2 - Concepção individualista</p>	<p>O trecho situa os estudos científicos historicamente, opondo-se à concepção ahistórica.</p> <p>O trecho aborda a influência de ideias prévias (luz branca pura, sendo tingida pelo prisma) tendo influências sob o trabalho de Newton, opondo-se à concepção atórica.</p> <p>O trecho traz claramente a ideia de que Newton chegou às conclusões a partir de seus experimentos, inclusive trazendo a ideia de “experimento crucial” para o desenvolvimento da ciência, transmitindo diretamente a concepção empírico-indutivista da ciência, tratando desse caso específico (nível de aproximação 2).</p> <p>O trecho também trata o trabalho de Newton como individual, realizando, sozinho, os experimentos que levaram a um novo conhecimento científico. Assim, ainda que tratando apenas de um caso específico (nível de aproximação 2), transmite uma concepção individualista da ciência.</p>

TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>sim formada pela superposição de todas as cores do espectro, e concluiu ainda que a luz se decompõe ao atravessar o prisma porque cada cor se refrata sob um ângulo diferente.” (p. 142)</p>		
	<p>“Arquimedes é considerado por muitos cientistas e historiadores um dos primeiros físicos da história da humanidade. Exímio engenheiro, físico, geômetra e matemático, é responsável por vários feitos na Física válidos até hoje. O teorema de Arquimedes sobre empuxo é um exemplo. Algumas histórias curiosas envolvem a vida desse cientista. No ano de 214 a.C., na Segunda Guerra Púnica, a cidade de Siracusa, na Sicília, Itália, foi cercada pelo general romano Marcellus. Para salvar sua cidade, Arquimedes teria utilizado espelhos que, corretamente posicionados, teriam queimado a frota romana. Para isso, Arquimedes teria pensado na ideia de que com espelhos é possível concentrar raios de luz em um mesmo ponto, que, por causa da grande intensidade, entraria em combustão.” (p. 166)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção socialmente neutra</p> <p>Oposição - concepção ateórica</p> <p>2 - Concepção individualista</p> <p>2 - Concepção elitista</p>	<p>O texto situa os trabalhos de Arquimedes historicamente, inclusive os relacionando a aspectos sociais e políticos do contexto em que se inseria, como a guerra. Assim, o trecho se opõe às concepções ahistórica e socialmente neutra da atividade científica.</p> <p>O trecho traz a ideia de que Arquimedes partiu de uma ideia (de que é possível concentrar raios de luz, formando uma grande intensidade que geraria combustão) para realizar seus supostos experimentos. Isso evidencia um papel de ideias prévias, teorias, para a realização de seu trabalho, contrapondo a concepção ateórica da ciência.</p> <p>O trecho aborda, ainda, todo o trabalho realizado por Arquimedes individualmente, além de atribuir perfeição a todas as atividades de tal cientista. Transmite, assim, para esse caso específico (nível de aproximação 2), uma concepção individualista e elitista da atividade científica.</p>
	<p>“Johannes Kepler (1571-1630) é conhecido mais em função da descoberta das leis do movimentos planetários do que pelos seus trabalhos em outros campos do conhecimento humano. Um desses campos é a óptica. Kepler é um personagem central daquilo que se chama “óptica geométrica”, principalmente por ser ele quem estipulou as bases dessa ciência no fim do século XVII. O conceito da óptica geométrica foi fruto de uma mudança de enfoque que Kepler operou nas concepções ópticas tradicionais de sua época.” (p. 214)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>1 - Concepção individualista</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho evidencia o desenvolvimento da ciência ao longo da história, deixando claro que os conhecimentos foram construídos em algum momento, e não estiveram sempre à disposição. Contrapõe, assim, a concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho aborda os trabalhos de Kepler como individuais, dando a entender que ele foi o único sujeito responsável pelos avanços relacionados a seus trabalhos. Ainda que não diga isso de forma direta (nível de aproximação 1), transmite a concepção individualista da ciência.</p> <p>Ao trazer a ideia de mudanças no pensamento científico tendo</p>

			em vista os trabalhos de Kepler, o trecho fornece uma oposição à concepção acumulativa e de crescimento linear da atividade científica.
TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>“A óptica do século XVII contava com progressos satisfatórios em diversas áreas relacionadas aos seus estudos: a partir da anatomia, principalmente por Felix Plater, Kepler pôde compreender com maior detalhe o funcionamento das partes que compõem o olho humano: a partir da geometria, fundamentalmente com Alhazen e seus seguidores - Roger Bacon, Vitélio e Pechan - Kepler elaborou teorias que ajustavam de um modo mais satisfatório a aplicação do cone visual euclidiano à descrição dos fenômenos ópticos. Também os estudos sobre perspectiva, feitos pelos pintores renascentistas, especificamente Alberti e Brunelleschi, motivavam a ampliação das técnicas de representação de figuras tridimensionais em espaços planos, o que se mostrou profícuo para a compreensão do procedimento da visão. Além disso, os astrônomos e ópticos tinham um grande interesse pelo funcionamento da câmara escura, o que conduziu a associarem este instrumento com o olho.” (p. 214)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção ateórica</p> <p>Oposição - concepção exclusivamente analítica</p>	<p>O trecho situa historicamente os desenvolvimentos da óptica, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho menciona estudos e áreas desenvolvidas anteriormente que deram base ao trabalho de Kepler, configurando-se como uma oposição à concepção ateórica da ciência.</p> <p>Ademais, o trecho demonstra a integração e relação entre diferentes áreas do conhecimento no desenvolvimento científico - ainda que traga implícita a ideia de cada uma ter seu foco de estudo, opõe-se à concepção exclusivamente analítica no desenvolvimento científico.</p>
	<p>“A contribuição fundamental de Kepler para a óptica - aquilo que conduziu a mudar a aplicação da geometria para a compreensão do funcionamento do olho - insere-se na resolução dessa questão [demarcar o escopo da óptica]. A demarcação da área de estudo da óptica geométrica implicava o entendimento do funcionamento do olho humano, não apenas quanto à descrição atômica dos seus componentes, mas, principalmente, na compreensão das “funções” desses componentes entre si, isto é, a óptica não poderia se restringir [...] àquilo que está representado pela</p>	<p>Oposição - concepção ateórica</p>	<p>O trecho deixa bem clara a ideia de que, a partir dos estudos de Kepler, novas preocupações se fizeram presentes e objetos de estudo dentro da óptica. Isso implica uma atividade científica (nesse caso, da óptica) essencialmente influenciada por teorias e estudos anteriores (de Kepler), opondo-se à concepção ateórica da ciência.</p>

TEXTOS COMPLEMENTARES	visão. [...] A imagem formada no olho não é uma representação idêntica do objeto visto, mas algo que passou por um processo fisiológico-mecânico. Por isso, Kepler diz que “[...] na visão se produz um certo engano, que nasce, de uma parte dos procedimentos de observações [...] e, de outra parte, da simples visão.” [...] Os enganos da própria visão tornaram-se assunto de pesquisa da óptica. Entendendo como a visão funciona, podem-se corrigir os enganos que ela comete e aproximar-se cada vez mais da correspondência entre a imagem e o objeto real.” (p. 215)		
	“Kepler nunca foi um anatomista ou fisiologista; na verdade, ele nunca participou de uma dissecação. Ele era um astrônomo matemático e, obviamente, suas preocupações eram matemáticas; por isso, ele aplicou a geometria como uma linguagem voltada para a expressão da realidade dos fenômenos ópticos. Kepler rejeitará [sic] [...] a fisiologia galênica, expressa nas concepções de Alhazen, Bacon e Vitélio, porque ela não permite uma geometrização “adequada”, utilizando em seu lugar a concepção retiniana de Plater. Geometrização fenômenos ópticos torna-se a segunda contribuição de Kepler para a óptica moderna. Resumindo, o trabalho de Kepler foi o de organizar os elementos anatômicos, fisiológicos e geométricos obtidos pela óptica no final do século XVI numa teoria sobre a visão, que entende o olho como um artefato mecânico - semelhante à câmara escura -, no qual as imagens são formadas na retina, sem qualquer referência à interpretação que o cérebro humano, isto é, qualquer elemento psicológico, possa dar. Em outras palavras, Kepler põe a retina como o limite da óptica, o que se passa após ela não é de sua competência.” (p. 215)	Oposição - concepção ateorica Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear Oposição - concepção ahistórica 1 - Concepção exclusivamente analítica	O trecho enfatiza a influência que sua área teve sobre seu trabalho como cientista. Sendo um astrônomo matemático, desenvolveu trabalhos que adequassem os fenômenos ópticos (e fisiológicos, nesse caso) à geometria. Isso demonstra a influência teórica, de sua formação, em seus estudos, contrapondo a concepção ateorica da ciência. Ao demonstrar a rejeição (e não “melhoria”) de teorias anteriores, o trecho se opõe à concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência. Situando as contribuições de Kepler e os estudos da óptica historicamente, o trecho também se opõe à concepção ahistórica da ciência. Ao longo de todo o trecho, é forte a ideia de delimitação do escopo da óptica - a delimitação das preocupações da óptica, dentro das quais devem estar focados os estudiosos dessa área. Isso, ainda que não claramente traga a ideia de segregação de áreas do conhecimento (até porque houve uma integração no desenvolvimento da óptica), transmite subjetivamente (nível de aproximação 1) uma concepção exclusivamente analítica da ciência.
	“Descoberta em 1801, pelo físico alemão Johann Wilhelm Ritter (1776-1810), a radiação pode ser vista na imagem a	Oposição - concepção ahistórica	Situando o desenvolvimento científico em relação à radiação na história, o trecho opõe-se à concepção ahistórica da ciência.

	seguir [...]” (p. 223)	<p>1 - Conceção individualista</p> <p>1 - Conceção empírico-indutivista</p>	<p>Principalmente por omissão e de forma subjetiva (nível de aproximação 1), ao trazer a ideia de “descoberta”, e não de desenvolvimento, o trecho transmite uma concepção empírico-indutivista deste caso, como Ritter tivesse, de repente, se deparado (através de seus sentidos, experiência) com a radiação e assim surgido essa área, através de generalização de um caso específico. Da mesma forma, ao não trazer nenhum outro nome ou a ideia de grupos de cientistas, o trecho assume um trabalho solitário e individual, transmitindo a concepção individualista da ciência.</p>
TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>“A Física tem papel importante em várias áreas, e a Medicina é uma delas. Com os avanços científico-tecnológicos, há na Medicina uma ampla gama de equipamentos de diagnóstico por imagem, que vão além das imagens geradas por raios X ou ultrassonografia. Os tomógrafos, por exemplo, têm sua origem em detectores de partículas, e os equipamentos de ressonância magnética nuclear são provenientes de pesquisa em Física atômica e da invenção do radar. Para entender como as imagens são geradas, é preciso, primeiramente, compreender o conceito de ressonância.” (p. 239)</p>	<p>Oposição - concepção socialmente neutra</p>	<p>Embora o trecho não aborde a influência do contexto social no desenvolvimento da ciência em si, ele traz o outro lado dessa relação: o impacto que a ciência tem no contexto social e, nesse caso específico, da saúde. Ao abordar essas relações existentes entre ciência e sociedade, o trecho configura então uma oposição da concepção socialmente neutra da ciência.</p>
	<p>“O efeito Doppler recebe esse nome em homenagem a Johann Christian Doppler (1803-1853), um físico austríaco que estudou o fenômeno da diferença de frequências entre f e f'. Observando as cores da luz emitida por estrelas duplas (são estrelas que se formaram em momentos próximos, e que se encontram próximas uma da outra, ligadas por causa da atração gravitacional), Doppler deduziu que o efeito também valia para ondas eletromagnéticas, incluindo as micro-ondas e a luz visível, o que foi confirmado mais tarde. Em relação a ondas luminosas, o efeito Doppler se manifesta por alterações na percepção da cor da luz emitida pela fonte.” (p. 262)</p>	<p>2 - Conceção empírico-indutivista</p> <p>1 - Conceção individualista</p>	<p>O trecho traz claramente a ideia de que, a partir de suas experiências, de um caso específico de estrelas duplas, Doppler deduziu o comportamento da luz, ondas eletromagnéticas (de forma universal). Assim, transmite, ainda que para este caso específico (nível de aproximação 2), a concepção empírico-indutivista da ciência.</p> <p>Ademais, por tratar apenas de Doppler sem quaisquer menções a outros nomes ou grupos de cientistas, o trecho, por omissão e ainda que não diretamente (nível de aproximação 1), transmite uma concepção individualista da ciência.</p>

TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>“O astrofísico americano Edwin Hubble (1889-1953) observou em 1924 que os espectros luminosos da maior parte das galáxias chegam à Terra com reforços na faixa do vermelho (desvio para o vermelho ou redshift). Tal fenômeno é explicado pelo efeito Doppler: as ondas luminosas de uma galáxia que desviam para o vermelho indicam que essa galáxia está se afastando de nós, uma vez que essas ondas luminosas são recebidas com frequência aparentemente menos (vermelho). Foi dessas observações que surgiu a expressão “universo em expansão” e, conseqüentemente, a teoria do Big Bang. De acordo com o “nível de redshift” observado para uma galáxia ou estrela, é possível estabelecer sua velocidade relativa de afastamento.” (p. 262)</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>2 - Concepção empírico-indutivista</p>	<p>Situando o momento histórico de desenvolvimentos científicos, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho atribui um valor bem claro à observação no desenvolvimento da ciência desses fenômenos em específico (nível de aproximação 2), dando a ideia de que, a partir de (apenas) tais observações, foram desenvolvidas novas teorias dentro da ciência, como a do Big Bang. Transmite, então, uma concepção empírico-indutivista da ciência.</p>
	<p>“Entre os anos de 1860 e 1864, James Clerk Maxwell (1931-1979), físico escocês, previu a existência de ondas eletromagnéticas. Essa previsão logo foi confirmada entre os anos de 1885 a 1889 por Heinrich Hertz (1857-1894), físico alemão, que, experimentalmente, produziu e detectou essas ondas. Publicados os trabalhos de Hertz, percebeu-se que as ondas podiam ser utilizadas como um meio de transmitir informações e, com isso, surgiu o rádio, cuja invenção é creditada ao italiano Guglielmo Marconi (1874-1937), que em 1890 conseguiu enviar sinais telegráficos em código Morse [...]. Anos depois da transmissão de sinais de Marconi, o rádio começou a ser utilizado para as comunicações de navios. O mais famoso [...] foi o Titanic, que [...] sofreu naufrágio, um dos piores desastres da história da navegação mundial. [...] Muitas décadas depois, em 1985, uma expedição conseguiu localizar o Titanic no fundo do mar com o auxílio do radar e do sonar, [...] baseados nos conceitos de ondas eletromagnéticas.” (p. 266)</p>	<p>Oposição - concepção atórica</p> <p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção socialmente neutra</p>	<p>O trecho situa historicamente os estudos de Maxwell e Hertz, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Ao abordar a ideia de previsão de Maxwell como uma base para os estudos de Hertz que então corroboraram a teoria de Maxwell, o trecho se opõe à concepção atórica da ciência.</p> <p>O trecho aborda, ainda, no que culminou o desenvolvimento do conceito de ondas eletromagnéticas. Sem abordar, no entanto, os aspectos sociais que se relacionaram ao desenvolvimento dessas ideias em si, o trecho traz alguns impactos que este teve na sociedade, em forma, principalmente, de tecnologias.</p>
	<p>“Cientistas experimentais do século XIX descobriram que é impossível reduzir a temperatura de uma substância a um valor igual ou inferior a $-273,5^{\circ}\text{C}$. Esse limite inferior de</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p>	<p>O trecho situa o desenvolvimento científico historicamente, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p>

	<p>temperatura é chamado de zero absoluto ou zero kelvin (0 K). A partir de 1954, o kelvin foi adotado como unidade oficial de temperatura pelo Sistema Internacional de Unidades (SI).” (p. 18)</p> <p>Unidade: Termologia Capítulo 1: Temperatura e suas medidas</p>	<p>2 - Concepção empírico-indutivista</p>	<p>Traz, claramente, a ideia de que, a partir de experimentos, foi-se “descoberto” o funcionamento da matéria em relação a sua temperatura, chegando a ideia de um limite inferior de temperatura. Tratando desse caso específico, o trecho transmite então, a concepção empírico-indutivista da ciência.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CONTEÚDOS</p>	<p>“Até fins do século XVIII, a comunidade científica considerava o calor uma substância fluida, invisível e sem massa, presente no interior dos corpos. Para designar essa substância, utilizava-se o termo calórico, proposto por Lavoisier. O conceito que associa calor e temperatura ao movimento de átomos e moléculas só apareceria no século XIX.” (p. 21)</p> <p>Unidade: Termologia Capítulo 2: Trocas de calor</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho situa o desenvolvimento científico historicamente, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho aborda, ainda, diferentes maneiras de entendimento ao longo da história e o abandono da ideia do teórico para a associação de calor e temperatura ao movimento, opondo-se à concepção acumulativa e de crescimento linear.</p>
	<p>“Por volta de 1798, Benjamin Thompson, engenheiro anglo-americano, quando trabalhava numa fábrica de armas em Munique, na Alemanha, observou que as brocas de aço esquentavam muito ao perfurarem tubos de aço durante a produção de canhões. Para que as brocas não derretessem, era necessário resfriá-las constantemente com água. De acordo com a teoria do calórico, acreditava-se que o calor era proveniente do material retirado pela broca. Thompson propôs, então, que os empregados tentassem perfurar os canhões com brocas que perderam a capacidade de perfurar, ou seja, brocas “cegas”. Mas o calor produzido era ainda maior! Observando o aquecimento excessivo produzido pelas forças de atrito, Thompson começou a questionar o modelo que explicava o calórico como substância, que</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>2 - Concepção empírico-indutivista</p> <p>Oposição - concepção atórica</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho situa o desenvolvimento científico historicamente, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho aborda a ideia de que, realizando experimentos e interpretando-os através da teoria do calórico, Thompson desenvolveu uma nova interpretação para o calor. Assim, atribui-se um papel à teoria nesse desenvolvimento, opondo-se à concepção atórica, porém entende-se que a partir da experiência e da observação, de forma empírico-indutivista chegou-se à ideia de calor não mais como substância. Para esse caso específico (nível de aproximação 2), transmite-se a concepção empírico-indutivista da ciência.</p> <p>O trecho aborda também o abandono da interpretação de calor</p>

	<p>necessitava ser repensado. Argumentou, então, que o que ocorria era uma transformação de trabalho mecânico em calor e que este seria a forma de energia responsável pelo aquecimento do sistema.” (p. 21)</p> <p>Unidade: Termologia Capítulo 2: Trocas de calor</p>		<p>como substância face ao desenvolvimento da ciência. Opõe-se, então, à concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>
CONTEÚDOS	<p>“Em 1847, o físico alemão Hermann von Helmholtz definiu calor como uma forma de energia e que para todas as formas de energia há o equivalente em calor. Um ano depois, o físico inglês James Joule conseguiu medir com precisão, em um experimento, a quantidade de calor produzida a partir de uma quantidade determinada de energia mecânica.” (p. 21)</p> <p>Unidade: Termologia Capítulo 2: Trocas de calor</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção atórica</p>	<p>O trecho situa o desenvolvimento científico historicamente, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Ainda que não deixe isso bem claro, a exposição de estudos sequenciais sobre o mesmo tema dá a entender que Joule partiu da ideia de Helmholtz como uma forma de energia para a medição deste. Opõe-se, assim, à concepção atórica da ciência.</p>
	<p>“Em 1660, o físico inglês Robert Boyle (1627-1691) realizou uma série de experiências submetendo uma mesma massa de um gás, mantida à temperatura constante, a diversos valores de pressão. [...] Analisando os resultados, Boyle observou que ao dobrar, triplicar, quadruplicar a pressão, o volume ocupado pelo gás se reduzia à metade, à terça parte, à quarta parte, e assim por diante. Ou seja, Boyle descobriu experimentalmente que as variáveis de estado, pressão e volume de um gás eram inversamente proporcionais. Dessa forma, podemos enunciar a lei de Boyle: Mantendo-se constante a temperatura de certa massa de gás, o volume e a pressão desse gás são inversamente proporcionais.” (p. 78)</p> <p>Unidade: Termodinâmica Capítulo 6: Estudo dos gases</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>2 - Concepção empírico-indutivista</p> <p>1 - Concepção atórica</p> <p>1 - Concepção individualista</p>	<p>O trecho situa o desenvolvimento científico historicamente, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Deixa claro, ademais, que a partir do resultado de experimentos, Boyle desenvolveu sua “lei” sobre o comportamento dos gases. Transmite, assim, a concepção empírico-indutivista da ciência, para o caso em questão (nível de aproximação 2).</p> <p>Por omissão, sem atribuir qualquer papel à teoria no desenvolvimento dessa ideia, o trecho transmite subjetivamente (nível de aproximação 1) a concepção atórica da ciência. Da mesma forma, sem mencionar quaisquer outros atores no desenvolvimento dessa ideia do comportamento dos gases, o trecho transmite a concepção individualista da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>“Essa transformação [isobárica] foi estudada por dois cientistas franceses, o físico Jacques Charles (1746-1823) e o físico-químico Joseph Louis Gay-Lussac (1778-1850). Gay-Lussac realizou experimentos que confirmaram o modelo proposto por Charles e publicou o resultado das experiências realizadas com uma determinada massa de gás mantida à pressão constante. [...] A experiência de Gay-Lussac mostra que o comportamento do volume ocupado por um gás com a variação de sua temperatura à pressão constante é semelhante ao que ocorre nos sólidos e líquidos. Entretanto, pelo fato de praticamente não haver interação entre as partículas de um gás, segundo o modelo do gás ideal, a experiência revela que todos os gases apresentam o mesmo coeficiente de dilatação volumétrica [...], Esse resultado permite concluir que, se [...] for extrapolado para temperaturas abaixo de 0 °C, supondo que ainda que fosse possível manter gás na fase gasosa, chegaríamos ao resultado surpreendente de anulamento de seu volume no zero absoluto. [...] Dessa forma, a lei de Charles e Gay-Lussac pode ser assim expressa: À pressão constante, o volume ocupado por uma determinada massa de gás é diretamente proporcional à sua temperatura absoluta.” (p. 81)</p> <p>Unidade: Termodinâmica Capítulo 6: Estudo dos gases</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção ateórica</p> <p>2 - Concepção empírico-indutivista</p>	<p>O trecho aborda a realização de estudos ao longo da história, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Traz claramente a ideia de que, a partir da experimentos, generalização e extrapolação dos resultados obtidos, obteve-se a ideia de comportamento de gases em transformações isobáricas. Para esse caso específico (nível de aproximação 2), o trecho transmite a concepção empírico-indutivista.</p> <p>Ademais, ao abordar a ideia de que Gay-Lussac confirma um modelo anterior proposto por Charles, evidencia-se a influência da teoria anterior sobre os estudos realizados. O trecho traz, então, uma oposição à concepção ateórica da ciência.</p>
	<p>“Em 1787, o físico francês Jacques Alexandre Cesar Charles forneceu calor a uma determinada massa gasosa mantida a volume constante e pôde verificar que a pressão exercida pelo gás variava linearmente com a temperatura. [...] Dessa forma, a lei de Charles pode ser assim expressa: Para uma</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>2 - Concepção empírico-indutivista</p>	<p>O trecho aborda o experimento realizado por Charles em determinado momento da história, opondo-se à concepção ahistórica, e então a lei de Charles como uma conclusão de tal experimento. Tratando de um caso específico (nível de aproximação 2), o trecho transmite a concepção empírico-</p>

CONTEÚDOS	<p>determinada massa de gás mantida a volume constante, a pressão exercida é diretamente proporcional à temperatura absoluta.” (p. 82)</p> <p>Unidade: Termodinâmica Capítulo 6: Estudo dos gases</p>		indutivista da ciência.
	<p>“A constante de Avogadro representa o número de unidades elementares (átomos, moléculas ou íons) existentes em cada mol de matéria. Experimentos realizados em 1908 pelo físico Jean Baptiste Perrin (1870-1942) permitiram pela primeira vez determinar qual é a constante de Avogadro. Perrin encontrou um valor próximo do aceito atualmente.” (p. 89)</p> <p>Unidade: Termodinâmica Capítulo 6: Estudo dos gases</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>2 - Concepção empírico-indutivista</p> <p>1 - Concepção ateórica</p>	<p>Situando os experimentos de Perrin historicamente, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência. Ademais, atribui a esses experimentos a determinação da constante de Avogadro, trazendo uma concepção empírico-indutivista para esse desenvolvimento em questão (nível de aproximação 2). Além disso, o trecho ignora todo o desenvolvimento teórico que antecedeu a determinação da constante de Avogadro ao afirmar que Perrin a realizou pela primeira vez por conta de experimentos que o antecederam. Assim, ainda que de forma subjetiva (nível 1), o trecho transmite a concepção ateórica.</p>
	<p>“Em 1824, o físico e engenheiro militar francês Nicolas Léonard Sadi Carnot (1796-1832) propôs um ciclo termodinâmico que consiste numa sequência de transformações gasosas, segundo a qual uma máquina térmica obtém rendimento máximo operando entre duas fontes térmicas. Carnot mostrou que a máquina térmica que executasse esse ciclo teria rendimento tanto maior quanto mais elevada fosse a temperatura da fonte quente, caso a substância de operação ou o combustível se comportasse como um gás ideal.” (p. 114)</p> <p>Unidade: Termodinâmica Capítulo 7: Leis da Termodinâmica</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>1 - Concepção individualista</p>	<p>Situando as proposições de Carnot historicamente, o trecho contrapõe a concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Ademais, principalmente por omissão, não mencionando quaisquer outros nomes e cientistas envolvidos no estudo de máquinas térmicas que teriam contribuído para o desenvolvimento da proposição do ciclo de Carnot, o trecho transmite subjetivamente (nível de aproximação 1) a concepção individualista da ciência.</p>
	<p>“A segunda lei da Termodinâmica enfoca vários aspectos interessantes da natureza. Aparentemente, esses aspectos estão desconectados, mas na realidade há uma estreita ligação entre eles. Essa coerência foi percebida por um dos responsáveis pelo desenvolvimento da Termodinâmica, o físico alemão Rudolf Julius Emmanuel Clausius (1822-</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção individualista</p>	<p>O trecho opõe-se à concepção ahistórica ao situar historicamente estudos realizados.</p> <p>Ao trazer a ideia de que Clausius foi “um dos” responsáveis pelo desenvolvimento da Termodinâmica, o trecho transmite a ideia da atividade científica como coletiva, opondo-se à</p>

	<p>1888), que, em 1865, introduziu o conceito de entropia (transformação), entendendo-a como a variável de estado que, nos processos irreversíveis, representa a medida da disponibilidade do emprego útil da energia.” (p. 117)</p> <p>Unidade: Termodinâmica Capítulo 7: Leis da Termodinâmica</p>		<p>concepção individualista.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CONTEÚDOS</p>	<p>“Poderíamos começar nosso estudo sobre a natureza da luz pelos pensadores da Antiguidade, mas vamos avançar no tempo até o século XVII, quando Isaac Newton (1642-1729) propôs uma teoria corpuscular para a luz. Para ele, a luz consistia num fluxo de minúsculas partículas que eram emitidas em ritmo contínuo pelas fontes luminosas. [...] Newton utilizando a teoria corpuscular conseguiu explicações satisfatórias para vários fenômenos ópticos que já eram conhecidos, tais como a reflexão e a refração da luz, ao considerar que a velocidade de propagação da luz na água era maior que no ar.” (p. 126)</p> <p>Unidade: Termodinâmica Capítulo 8: Conceitos fundamentais de Óptica</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>1 - Concepção individualista</p>	<p>O trecho aborda a existência de diversos estudos sobre a natureza da luz realizados ao longo de toda a história, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>No mais, ao tratar todas as atividades realizadas por Newton sem mencionar quaisquer outros atores, transmite subjetivamente (nível de aproximação 1) a concepção individualista da atividade científica.</p>
	<p>“Mais ou menos na mesma época [que Newton propôs uma teoria corpuscular para a luz], Christian Huygens (1629-1695) propôs uma teoria ondulatória, na qual a luz era uma vibração de um meio hipotético, o éter, em analogia às ondas do mar [...]. Assim sendo, a luz seria apenas uma transferência de energia e não de matéria. A teoria ondulatória, ao contrário da corpuscular, sustentava que a velocidade da luz na água é menor do que no ar. Esse debate, entre qual das teorias iria prevalecer para explicar a natureza da luz, constitui uma das maiores e mais emocionantes batalhas científicas de todos os tempos.” (p. 126)</p> <p>Unidade: Óptica Capítulo 8: Conceitos fundamentais</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>Situando os estudos de Newton e Huygens historicamente, o trecho se opõe à concepção ahistórica.</p> <p>Traz, claramente, uma disputa entre teorias concorrentes, abordando o abandono de uma para a preferência de outra. Isso evidencia uma oposição à concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência, especialmente ao abordar a ideia de disputas no desenvolvimento da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>“Em 1801, Thomas Young (1773-1829) estudou o fenômeno de interferência que reforçava o comportamento ondulatório da luz. Nos meados do século XIX, o cientista francês León Foucault (1819-1868) realizou experimentos para determinar a velocidade da luz e chegou à conclusão de que sua velocidade na água era menor do que no ar. Esses resultados contribuíram para desacreditar a teoria corpuscular e prevalece a ondulatória. James C. Maxwell (1831-1879), físico escocês que teve grande importância no estudo da eletricidade e do magnetismo, demonstrou experimentalmente que a velocidade de propagação de uma onda eletromagnética no espaço era igual à da luz. Esse fato levou Maxwell a propor a ideia de que a luz era, de fato, uma onda eletromagnética. Quando parecia que a natureza da luz iria se confirmar como ondulatória de origem eletromagnética, um fenômeno que viria a ser chamado de efeito fotoelétrico fez com que os cientistas se debruçassem novamente sobre a teoria corpuscular.” (p. 127)</p> <p>Unidade: Óptica Capítulo 8: Conceitos fundamentais de óptica</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>2 - Concepção empírico-indutivista</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>Oposição - concepção individualista</p>	<p>Situando os estudos de diferentes cientistas ao longo da história, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Ao comentar que Maxwell realizou experimentos para demonstrar a velocidade de propagação da luz e que o resultado destes levaram-no a propor uma natureza ondulatória para esta, o trecho transmite, para esse momento em questão (nível de aproximação 2), a concepção empírico-indutivista da ciência.</p> <p>Ao demonstrar diferentes ideias ao longo da história, o abandono e a criação de novas interpretações para a natureza da luz para além de uma mera “melhoria” de ideias anteriores, o trecho contrapõe a concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p> <p>Trazendo diversos nomes que contribuíram ao longo da história para a compreensão da natureza da luz, o trecho acaba se opondo à concepção individualista da ciência, trazendo um caráter coletivo à atividade científica.</p>
	<p>“Em 1905, foi publicado um artigo que era contrário à ideia da luz como onda. Albert Einstein (1879-1955) propôs uma explicação para o efeito fotoelétrico, ao considerar que a energia de um feixe de luz era concentrada em pequenos pacotes de energia denominados fótons, que se comportam como “partículas” de luz. Interessante notar que essa partícula de luz apresentava valor energético em função da frequência da onda associada. Essa aparente contradição foi assimilada com o desenvolvimento da Mecânica Quântica,</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>Situando os estudos de Einstein e o desenvolvimento da Mecânica Quântica na história, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho aborda as diferentes interpretações para o comportamento da luz ao longo da história, passando pela natureza ondulatória, corpuscular e chegando a uma ideia de natureza dupla. Isso transparece a ideia de que os estudos científicos não foram simples melhorias ou aprimoramentos</p>

CONTEÚDOS	<p>entre 1900 e 1935. Pela nova teoria a luz tem comportamento dual ou natureza dupla, ou seja, pode se comportar ora como partícula, ora como onda, e isso é perfeitamente aceitável no modelo quântico.” (p. 127)</p> <p>Unidade: Óptica Capítulo 8: Conceitos fundamentais de Óptica</p>		<p>uns dos outros, mas que houve abandono de ideias e rupturas, transmitindo uma oposição à concepção acumulativa e de crescimento linear.</p>
	<p>“O que o astrônomo e matemático holandês Willebrord Snellius (1580-1626) e o filósofo e matemático René Descartes (1596-1650) têm em comum? Os dois pensadores concluíram, independentemente, a lei da refração. Como isso é possível? O antropólogo brasileiro Roque de Barros Laraia, ao discutir em seu livro Cultura: um conceito antropológico algumas das ideias do antropólogo americano Alfred Louis Kroeber, afirma que o homem é o resultado do meio cultural em que foi socializado, um herdeiro de um longo processo acumulativo, que reflete o conhecimento e a experiência adquiridos pelas numerosas gerações que o antecederam. A manipulação adequada desse patrimônio cultural permite as inovações e as invenções. Estas não são, pois, o produto da ação isolada de um gênio, mas o resultado do esforço de toda uma comunidade. Dessa forma, não é impossível ou extraordinário, do ponto de vista científico, que dois pensadores contemporâneos (e algumas vezes distanciados no tempo) cheguem às mesmas conclusões.” (p. 173)</p> <p>Unidade: Óptica Capítulo 11: Refração da luz</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>Oposição - concepção ateórica</p> <p>Oposição - concepção individualista</p> <p>Oposição - concepção elitista</p>	<p>Situando historicamente dois pensadores e, portanto, seus estudos, contemporâneos, o trecho traz uma oposição à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho aborda, muito claramente e diretamente, e tratando-se da atividade científica como um todo, a influência que o meio cultural e os conhecimentos desenvolvidos anteriormente, por todo um grupo de pessoas e de forma coletiva, exercem no desenvolvimento da ciência. Opõe-se, então, às concepções ateórica e individualista da ciência, de forma categórica.</p> <p>Ademais, traz diretamente a oposição à concepção elitista e à concepção individualista quando diz que invenções e inovações não são “produto da ação isolada de um gênio, mas o resultado de toda uma comunidade”.</p>
	<p>““Peguei outro prisma igual ao primeiro e o coloquei de maneira que a luz fosse refratada de modos opostos ao passar através de ambos e, assim, ao final, voltaria a ser como era antes do primeiro prisma tê-la dispersado.” Assim, Newton descreveu a proposta do experimento que lhe</p>	<p>2 - Concepção empírico-indutivista</p> <p>1 - Concepção individualista</p>	<p>O trecho traz a ideia de que a realização da experimentação, os resultados e os dados obtidos através da observação foram o que resultou no abandono da ideia de que o vidro do prisma causa a dispersão da luz branca. Assim, transmite uma concepção empírico-indutivista para o estudo em questão</p>

CONTEÚDOS	<p>permitiu descartar a influência do vidro do prisma como causa da dispersão da luz branca. Em sua montagem experimental, a fonte de luz era um orifício na janela em seu quarto.” (p. 183)</p> <p>Unidade: Óptica Capítulo 11: Refração da luz</p>		<p>(nível de aproximação 2).</p> <p>Além disso, atribui unicamente a Newton esse descarte de uma ideia anterior, sem qualquer menção a toda uma comunidade científica, o que indiretamente (nível de aproximação 1) confere à atividade científica um caráter individualista.</p>
	<p>“Em 1678, o físico, matemático e astrônomo holandês Christian Huygens (1629-1695) apresentou à Academia Real de Ciências da França uma teoria ondulatória para explicar os fenômenos luminosos. Ele concluiu, por meio de seu modelo, que a luz tem sua velocidade reduzida em meios mais densos. Huygens formulou um princípio para descrever a propagação das ondas.” (p. 230)</p> <p>Unidade: Ondulatória Capítulo 15: Fenômenos ondulatórios</p>	<p>Oposição - concepção ahistórica</p> <p>1 - Concepção individualista</p>	<p>O trecho situa os estudos de Huygens historicamente, contrapondo a concepção ahistórica.</p> <p>Ademais, não traz qualquer menção a uma comunidade científica ou diferentes atores que possam ter contribuído para a descrição de propagação de ondas, o que transmite subjetivamente (nível de aproximação 1) uma concepção individualista da ciência</p>

APÊNDICE D – Fichamento: análise do Livro 3

BONJORNO, J. R. et al. Física: eletromagnetismo e física moderna, 3º ano. 3. ed. São Paulo: FTD, 2016. (Coleção física)				
Parte livro	Trecho	Categoria	Justificativa	
INTRODUÇÃO E FINALIZAÇÃO DE CAPÍTULOS E UNIDADES	“Neste capítulo, você vai entender que por trás de todos esses fenômenos estão as cargas elétricas e as forças produzidas por elas. E vai saber também como se construiu todo esse conhecimento ao longo de muitas gerações de pesquisadores, desde a Antiguidade.” (p. 12)	Oposição concepção ahistórica Oposição concepção individualista	- - - -	O trecho aborda o conhecimento científico como algo construído ao longo da história de forma coletiva, por diversos pesquisadores. Assim, opõe-se às concepções ahistórica e individualista da ciência.
	“O século XX pode ser considerado o período mais revolucionário da história da humanidade, pois muitos paradigmas foram rompidos. [...] A Mecânica quântica também revolucionou a nossa percepção de mundo, uma vez que vai buscar respostas para a natureza dual da luz e da matéria.” (p. 202)	Oposição concepção ahistórica Oposição concepção acumulativa e de crescimento linear Oposição concepção aproblemática	- - - -	Situando o desenvolvimento do conhecimento científico em um momento histórico, o trecho contrapõe a concepção ahistórica da ciência. Ademais, ao trazer a ideia de rompimento de paradigmas (influência da epistemologia de Kuhn), o trecho aborda a ideia de abandono de concepções e modelos teóricos anteriores por novas maneiras de entender a natureza, opondo-se à concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência. Quando o trecho afirma que a Mecânica quântica vai buscar respostas para a natureza da luz e da matéria, supõe-se a existência de questões em aberto, de problemas existentes no modelo teórico atual de entendimento do universo. Transmite, então, ainda que de forma bastante subjetiva, uma oposição à concepção aproblemática da ciência.
	“No século XVIII, época em que já se começavam a desenvolver dispositivos para armazenar e produzir eletricidade, uma das primeiras aplicações desse novo conhecimento ocorreu na Medicina. Muitos médicos passaram a utilizar a eletricidade por acreditar que ela poderia	Oposição concepção ahistórica	-	O trecho aborda diferentes pensamentos presentes e ligados à atividade científica ao longo da história, opondo-se à concepção ahistórica. Nesse sentido, aborda o aspecto dinâmico da Ciência ao expor

<p>curar diversas doenças. Chegou-se a pensar na eletropia como procedimento que pudesse curar todos os males. Alguns experimentos foram bem documentados e estudados; outros se aproximavam mais do fantástico e do charlatanismo do que da própria Ciência. Não podemos, entretanto, julgar os acontecimentos históricos tendo como base o conhecimento atual, pois os erros na Ciência contribuem tanto quanto os acertos e, na falta de uma verdade absoluta, resta-nos estudar e tentar compreender a aceitação e utilização dessas ideias em seu próprio contexto.” (p. 14)</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>Oposição – concepção rígida</p>	<p>ideias que foram descreditadas e abandonadas ao longo do tempo, o que contrapõe, também, a concepção acumulativa e de crescimento linear da Ciência.</p> <p>Ainda em relação a isso, o trecho aborda as diferentes formas de pensamento ao longo do tempo e os erros da Ciência, assim como diferentes formas de realização de experimentos. Isso contrapõe a ideia de um método científico exato a ser seguido, através do qual é encontrada a verdade, sem a suposição de erros. Dessa forma, contrapõe a concepção rígida da ciência.</p>
<p>“Por exemplo, Benjamin Franklin (1706-1790), cientista estadunidense, concluiu que o fato de as pessoas, em geral, se sentirem mais dispostas no inverno do que no verão se dava pela maior presença de cargas elétricas durante a estação fria e seca. Pierre Jean Claude Mauduyt (1732-1792), médico francês, por sua vez, concluiu que os batimentos cardíacos de uma pessoa aceleravam de 80 para 85 pulsações por minuto quando ela era eletrizada com cargas elétricas positivas, e que desaceleravam de 80 para 73 quando eletrizada com cargas elétricas negativas. Nicolas-Phillipe Ledru (1731-1807), médico francês, entendia que o nervo era o condutor do fluido elétrico pelo corpo e que qualquer torção, obstrução ou rompimento interromperia o fluxo elétrico, causando mal-estar no paciente. Com o tempo, muitos tratamentos foram descartados pela comprovada ineficácia, ao passo que outros permaneceram e foram aperfeiçoados.” (p. 14)</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>Oposição – concepção individualista</p>	<p>O trecho situa diversos pensamentos da ciência ao longo da história, evidenciando ideias hoje tidas como errôneas que naquele tempo tinham força, mas foram, eventualmente, abandonadas ou melhoradas.</p> <p>O abandono de ideias evidencia uma descontinuidade da ciência ao longo da história, o que se opõe às concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p> <p>Ainda que não diretamente, ao trazer diferentes nomes em diferentes locais, o trecho traz uma ideia de coletividade para a atividade científica, composta por diferentes e diversos atores. Opõe-se, assim, à concepção individualista da ciência.</p>
<p>“Nikola Tesla contribuiu no desenvolvimento do Eletromagnetismo e da Engenharia mecânica e eletrotécnica. Entre seus feitos está a demonstração da transmissão de ondas eletromagnéticas sem fio (rádio) e o motor de corrente alternada. Nos Estados Unidos, foi ajudante de Thomas Alva Edison (1847-1931), cientista estadunidense, e anos mais tarde, por causa de uma desavença, foi seu adversário em uma contenda política conhecida como “guerra das correntes”, na qual Tesla saiu</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção socialmente neutra</p>	<p>O trecho aborda as contribuições de Tesla como desenvolvimentos ao longo dos anos, de forma a contrapor a concepção ahistórica. Ademais, sobretudo por comentar sobre a guerra das correntes, aborda aspectos políticos e sociais envolvidos no desenvolvimento de uma distribuição de energia por corrente contínua ou alternada, opõe a concepção socialmente neutra da ciência.</p>

	vencedor, e depois disso o governo estadunidense passou a utilizar a corrente alternada na distribuição de energia.” (p. 45)			
TEXTOS COMPLEMENTARES	“Os cientistas trocavam cartas entre si, compartilhando suas descobertas, seus experimentos e também suas dúvidas. Johannes Kepler dialogou com Galileu Galilei sobre o sistema copernicano. Isaac Newton discutiu com o matemático escocês David Gregory (1659-1708) sobre o método experimental.” (p. 62)	Oposição concepção individualista	– O trecho demonstra o caráter coletivo da ciência e a relação entre os diferentes atores da atividade científica, opondo-se à concepção individualista da ciência.	
	“Percebemos, no texto original [da carta de Benjamin Franklin a Peter Collinson], ideias e conceitos comuns à época, alguns dos quais entendidos como superados nos dias de hoje. Isso deixa claro que a Ciência está em constante transformação. [...] [Parte da carta] O problema dessas cartas longas é que quando se encontram em sua posse, pode ser que não contenham nada novo ou de interessante que justifiquem a sua leitura, dados meus rápidos progressos em eletricidade, graças a seus envios.” (p. 62)	Oposição concepção ahistórica Oposição concepção acumulativa e de crescimento linear	– –	O trecho aborda a existência de diferentes ideias na ciência em diferentes épocas, assim como sua superação ao longo do tempo. Esse caráter dinâmico de transformações e descontinuidades da ciência ao longo da história contrapõe as concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear da ciência.
	“Durante o século XIX, os cientistas buscavam consolidar os conhecimentos teórico e experimental sobre a eletricidade nas universidades. Fora do mundo acadêmico, inventores e laboratórios de empresas privadas já buscavam exaustivamente a aplicação prática e comercial da eletricidade. Assim, foram desenvolvidos aparelhos e dispositivos elétricos que começaram a mudar completamente o modo de vida das pessoas.” (p. 132)	Oposição concepção ahistórica Oposição concepção socialmente neutra Oposição concepção individualista	– – –	O trecho situa historicamente o desenvolvimento científico dos conhecimentos sobre a eletricidade, evidenciando inclusive a pressão social para comercialização e desenvolvimentos de aplicação prática desse conhecimento. Assim, contrapõe tanto a concepção ahistórica quanto a concepção socialmente neutra da ciência. Ademais, trata os cientistas como um grupo, trazendo uma coletividade à atividade científica, o que contrapõe também a concepção individualista da ciência.
	“Na Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da USP, em Pirassununga, pesquisadores estão desenvolvendo estudos com um equipamento que poderá ajudar na conservação de alimentos. A pesquisa [...] consiste em submeter amostras de carne bovina fresca moída a um campo magnético. Testes iniciais indicaram que as amostras tratadas com o “magneto freezer” – como está sendo chamado o aparelho – levaram mais tempo para escurecer.” (p. 138)	Oposição concepção ahistórica Oposição concepção individualista	– –	O trecho demonstra o desenvolvimento da ciência na história, nesse caso, na atualidade, envolvendo um grupo de pesquisadores. Assim, contrapõe a concepção ahistórica da ciência e atribui a ela um caráter coletivo, contrapondo também a concepção individualista. Ademais, quando o trecho descreve os métodos nos quais a pesquisa consiste, ainda que muito

TEXTOS COMPLEMENTARES		1 – Conceção rígida	subjetivamente, transmite a ideia de uma metodologia exata a ser seguida – nesse caso, a realização de experimentos, a partir dos quais se chega a novas conclusões (preliminarmente, de que o aparelho aumenta o tempo para alimentos escurecerem). Ao mesmo tempo, então, embora não seja de forma clara ou direta (nível de aproximação 1), o trecho se aproxima das concepções rígida e empírico-indutivista da atividade científica.
		1 – Conceção empírico-indutivista	
	“O físico dinamarquês Hans Christian Oersted estava entre os pesquisadores que acreditavam que os efeitos magnéticos são produzidos pelos mesmos poderes que os elétricos. Para tentar confirmar suas ideias, realizou uma célebre experiência que foi apresentada à Academia Real de Ciências da França em 4 de setembro de 1820. Embora muitos classifiquem a descoberta de Oersted como acidental, ela foi realmente fruto de uma longa jornada. Não só de Oersted, mas de todos os outros que o antecederam e contribuíram para que se chegasse aos resultados obtidos.” (p. 145)	Oposição concepção ahistórica	–
	Oposição concepção atórica	–	
	Oposição concepção individualista	–	Ademais, o trecho deixa clara a existência de uma teoria anterior à realização do experimento por Oersted. Evidencia que o pesquisador partiu de uma ideia (de que “os efeitos magnéticos são produzidos pelos mesmos poderes que os elétricos”) para então corroborá-la na prática, contrapondo a concepção atórica da ciência.
“No início do século 18, os princípios básicos da indução eletromagnética começavam a se estabelecer, somente por volta de 1820 o físico dinamarquês Hans Christian Oersted, juntamente com o físico e matemático francês André-Marie Ampère, descobriu que uma corrente elétrica produzia um campo magnético [...]. Em Londres, o cientista inglês Michael Faraday estava intrigado com esses novos resultados e considerou a possibilidade de tal fenômeno ser utilizado na prática. Em 1821 ele concebeu um experimento para verificar se o campo magnético em torno de um fio transportando uma corrente poderia ser usado para gerar movimento. Faraday construiu um equipamento com um condutor metálico que podia se mover livremente, suspenso em uma cuba de mercúrio. [...] Para os não iniciados, fazer um fio girar podia não ser lá	Oposição concepção ahistórica	–	Situando o desenvolvimento dos conhecimentos sobre a indução eletromagnética ao longo da história, o trecho opõe-se à concepção ahistórica, além de trazer um caráter coletivo à atividade científica ao mencionar diferentes atores nesse processo, opondo-se também à concepção individualista.
	Oposição concepção individualista	–	
	Oposição concepção atórica	–	Além disso, o trecho deixa clara a ideia de que Faraday partiu de conhecimentos anteriores (a produção de campo magnético por uma corrente elétrica) para uma suposição “simétrica” do comportamento da natureza, ou seja, uma teoria anterior que subsidiou seus trabalhos. Isso configura,

TEXTOS COMPLEMENTARES	um grande feito, mas Faraday e vários colegas cientistas perceberam nisso a energia potencial transformada em mecânica.” (p. 156)		então, uma oposição à concepção atórica da atividade científica.	
	“Sabemos das grandes revoluções tecnológicas ocorridas entre os séculos XIX e XX com o desenvolvimento dos campos da eletricidade e do magnetismo. As relações sociais, a política, a economia e as artes foram transformadas pela corrente elétrica que iluminava as noites, movia máquinas, diminuía as distâncias entre as pessoas e tornava tudo maravilhosamente mais rápido. A necessidade de mudança era grande, e a busca por soluções incentivava a pesquisa científica da mesma forma que acirrava as competições entre os laboratórios e os pesquisadores. É o caso da guerra das correntes, entre Thomas Alva Edison e George Westinghouse Jr., auxiliado por Nikola Tesla, que defendiam que a melhor forma de distribuição da energia elétrica nos Estados Unidos era por corrente contínua (conforme Edison) ou alternada (segundo Westinghouse).” (p. 178)	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção socialmente neutra</p> <p>Oposição concepção aproblemática</p>	–	O trecho insere o desenvolvimento científico em um contexto histórico e social, evidenciando a influência que as demandas sociais tiveram na atividade científica, que buscava então soluções para problemas existentes. Dessa forma, o texto se contrapõe a três diferentes concepções inadequadas da ciência: ahistórica; socialmente neutra e aproblemática.
	“A teoria do Big Bang é um modelo que explica o nascimento e a evolução do Universo. Embora aceita pela maior parte da comunidade científica, essa teoria ainda é vista com certa reserva por alguns cientistas. A desconfiança é justificada pela trajetória da cosmologia moderna – nascida com a Teoria da Relatividade Geral, de Einstein, marcada em sua história por fatos que levantaram algumas suspeitas.” (p. 218)	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção individualista</p>	–	O trecho aborda a construção da teoria do Big Bang de forma histórica, deixando claro o caráter coletivo dos atores da atividade científica ao abordar uma “comunidade científica”, opondo-se, então, às concepções ahistórica e individualista da ciência.
	“Em 1929, o astrônomo estadunidense Edwin Powell Hubble (1889-1935) observou que o Universo estaria em expansão. Essa descoberta baseava-se num fenômeno ondulatório conhecido, o efeito Doppler [...]. No observatório de Monte Wilson, na Califórnia, Hubble percebeu que a maioria das galáxias está se afastando da Terra, por causa do deslocamento para o vermelho da luz que essas galáxias emitem. Baseado em suas medidas, concluiu que há cerca de 12 bilhões de anos toda a matéria estaria concentrada num volume muito menor.” (p. 218)	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção atórica</p> <p>2 – Concepção empírico-indutivista</p>	–	<p>Situando os estudos de Hubble historicamente, o trecho opõe-se à concepção ahistórica.</p> <p>Embora o trecho deixe clara a influência teórica que Hubble teve em seu trabalho, partindo dos conhecimentos anteriores sobre o efeito Doppler para realizar seus estudos, o trecho traz em si, de forma clara, a concepção de que Hubble chegou à conclusão de expansão da matéria, que estaria concentrada em um pequeno volume há tantos anos atrás, a partir de seus experimentos – ou seja, que suas medidas e dados teriam “revelado” o comportamento (passado, inclusive), do universo.</p>

			Dessa forma, embora o trecho se oponha à concepção ateorica da ciência, aproxima-se da concepção empírico-indutivista para o caso específico dos estudos de Hubble (nível de aproximação 2).
TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>“Nessa época que a Teoria da Relatividade (1916) estava sendo discutida pelos cientistas, e os modelos de Universo que surgiram nessa época tentavam levar em consideração os efeitos relativísticos. Georges-Henri Édouard Lemaître (1894-1966), padre católico, astrônomo e físico belga, propôs um modelo no qual o Universo estaria compactado em uma única partícula, diferente de tudo que conhecemos, e que através dos tempos fora se desdobrando, dividindo-se, gerando o Universo em expansão que Hubble havia decifrado. Apesar de todas as previsões teóricas, o modelo proposto por Lemaître apresentava problemas: não conseguia explicar as atuais velocidades de expansão do Universo, e como consequência direta disso o Universo seria muito mais novo do que se poderia imaginar.” (p. 218)</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção ateorica</p> <p>Oposição concepção aproblemática</p>	<p>–</p> <p>–</p> <p>–</p> <p>O trecho demonstra como os conhecimentos científicos são construídos no decorrer da história com base em teorias anteriores. Nesse caso específico, trata da adoção da Teoria da Relatividade pelos pesquisadores para o desenvolvimento de seus estudos. Assim, opõe-se às concepções ahistórica e ateorica da atividade científica.</p> <p>Além disso, aborda a existência de problemas em teorias formuladas (nesse caso, no modelo de Lemaître), contrapondo a concepção aproblemática da ciência.</p>
	<p>“Na tentativa de explicar o surgimento dos elementos químicos, George Gamow (1904-1968), por meio de suas equações, previa um universo inicial compactado – matéria e radiação presas em um ponto que se convencionou chamar de “ovo cósmico”, com temperatura e densidade tendendo ao infinito. À medida que esse universo ia se expandindo, sua temperatura diminuiria, assim como a densidade. Os elementos químicos foram se formando pelas fusões nucleares proporcionadas pelas grandes concentrações e temperaturas desse Universo primordial. Essa teoria ficou conhecida como a Teoria do Big Bang (Grande Explosão).” (p. 218)</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p>	<p>–</p> <p>Deixando claro o desenvolvimento científico por pessoas em momentos da história, em contraposição à ideia de uma ciência pronta e acabada, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência.</p>
	<p>“Mesmo assim, a questão sobre a idade do Universo ainda não havia sido respondida. Mesmo com o Big Bang, o Universo seria mais jovem do que a própria Terra, seguindo a metodologia utilizada (e aceita) pela Geologia na época. Esse “mal-estar” científico só foi resolvido no princípio dos anos 1950, quando medidas mais precisas indicaram outra idade para o Universo. Na mesma época, um grupo de físicos ingleses sugeriu um modelo semelhante à teoria do Big Bang, segundo o qual, mesmo em</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção aproblemática</p>	<p>–</p> <p>–</p> <p>O trecho aborda os desenvolvimentos científicos relacionados à teoria do Big Bang de forma histórica, com uma teoria que foi desenvolvida ao longo dos anos por diferentes pesquisadores, buscando a melhoria e a resolução de problemas existentes em algumas teorias. Assim, opõe-se à concepção ahistórica; à concepção individualista e à concepção</p>

<p>expansão, o Universo não teve início e não terá fim: a Teoria do estado padrão. Por quase 20 anos esses dois modelos de Universo concorreram no cenário dos estudos cosmológicos. Em 1965, dois astrofísicos estadunidenses, Arno Penzias (1933) e Robert Wilson (1936), laureados com o Nobel de 1978, detectaram em todas as direções do espaço uma radiação de fundo, constituída das micro-ondas produzidas quando os primeiros átomos se formaram, 300 000 anos após o Big Bang, que, segundo o que apontam novos dados, teria ocorrido há 15 bilhões de anos. Desde então, o Big Bang passou a ser o modelo cosmológico sobre a origem e a evolução do Universo aceito pela maior parte dos físicos.” (p. 219)</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>Oposição – concepção individualista</p>	<p>aproblemática. Além disso, apresenta duas teorias que foram concorrentes durante anos até o abandono de uma delas, existindo uma descontinuidade no desenvolvimento da ciência. Traz uma oposição também, então, à concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>
<p>“Por mais de 200 anos, os cientistas viram o Cosmo pelos olhos de Isaac Newton. Segundo suas leis mecânicas, o Universo era uma vasta engrenagem que evoluía com base em regras predeterminadas, através de um espaço regular, sob a batida de um relógio absoluto. Em 1905, Einstein, desistindo da natureza absoluta do espaço e do tempo, resumiu suas novas ideias de movimento, espaço e tempo na Teoria da Relatividade. Somente cerca de 10 anos depois é que se percebeu que os efeitos da lei da gravidade aplicados à Teoria da Relatividade traziam consequências inesperadas. De acordo com a teoria, publicada em 1916, a luz vinda de uma estrela distante da Terra, que passasse próxima ao Sol, seria “entortada” pelo campo gravitacional solar. A descrição de Einstein da gravidade requeria que o espaço fosse curvo – teria de se dobrar e entortar próximo a corpos de grande massa. [...]. Se o espaço realmente era distorcido pela gravidade, então a luz que passava por ele não viajaria em linha reta, mas seguiria caminhos novos. Quanto mais forte fosse a força gravitacional, maior seria o desvio da luz. [...]. O astrônomo britânico Arthur Stanley Eddington (1882-1944) encontrou uma maneira de testar a teoria de Einstein. Realizando a observação durante um eclipse total, enquanto a luz do Sol estivesse obliterada por alguns minutos, as estrelas distantes podiam ser vistas no céu, próximas ao Sol. Assim, a gravidade solar iria deslocar a luz dessas estrelas até posições ligeiramente diferentes, comparadas àquelas normalmente ocupadas em épocas nas quais o Sol estaria afastado. [...]. Eddington começou a</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>Oposição – concepção atórica</p>	<p>O trecho traz a evolução e transformação dos conhecimentos científicos construídos no decorrer da história, abordando inclusive o abandono de teorias anteriores (nesse caso, mencionou a de Newton) por novas teorias (de Einstein). Essa descontinuidade ao longo da história contrapõe tanto a concepção ahistórica quanto a concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p> <p>Ademais, deixa claro como a previsão do desvio da luz e a realização dos experimentos para sua detecção e todo o estudo de Eddington se baseou na teoria desenvolvida previamente por Einstein. Contrapõe, assim, a concepção atórica da atividade científica.</p>

TEXTOS COMPLEMENTARES	pressionar a comunidade científica para realizar o experimento. [...] Eddington mediu as posições ocupadas pelas estrelas que apareciam próximas ao Sol, presentes nas chapas obtidas tanto em Sobral quanto em Príncipe. Comparou-as com posições de referência previamente conhecidas [...]. Os resultados levaram meses para ficar prontos. [...]. Hoje os astrônomos têm tanta confiança na teoria de Einstein que se baseiam no desvio da luz por gravidade para fazer os mais modernos telescópios.” (p. 223)			
	“Esse fenômeno, chamado efeito fotoelétrico, foi descrito por Albert Einstein em 1905, trabalho que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física em 1921.” (p. 232)	Oposição concepção ahistórica 1 – Concepção individualista	– –	Situando o desenvolvimento dos conhecimentos acerca do efeito fotoelétrico historicamente, o trecho opõe-se à concepção ahistórica. Por não mencionar quaisquer outros contribuintes para o entendimento do efeito fotoelétrico, o trecho transmite, de forma subjetiva e por omissão, a concepção individualista da ciência, atribuindo a Einstein todo o crédito desse desenvolvimento.
	“Temos assistido, nos últimos anos, ao nascimento de um novo paradigma na física: 90% do universo parece ser constituído de algum tipo de matéria invisível à observação, chamada matéria escura, sobre a qual ainda quase nada sabemos. A característica principal dessa forma de matéria é o fato de ela não emitir radiação eletromagnética.” (p. 244)	Oposição concepção ahistórica Oposição concepção acumulativa e de crescimento linear	– –	O trecho trata claramente do desenvolvimento histórico da ciência, mais especificamente nos últimos anos. Assim, contrapõe a concepção ahistórica da ciência. Embora não traga em si a ideia de descontinuidade e “descaminhos” na ciência, ao trazer a ideia de um novo paradigma, o trecho se demonstra impregnado pela epistemologia de Kuhn, assumindo que estes novos conhecimentos desenvolvidos não podem se inserir no que conhecíamos antes de tais, contrapondo a concepção simplesmente acumulativa e de crescimento linear da ciência.
	“A existência de matéria escura foi pela primeira vez aventada no início da década de 1930, quando o astrônomo suíço Fritz Zwicky (1898-1974) observou que a distribuição das velocidades das galáxias em vários conglomerados implicava que nesses conjuntos de galáxias deveria haver de dez a cem vezes mais massa que a matéria associada às estrelas ali	Oposição concepção ahistórica	–	O trecho apresenta uma narrativa histórica do desenvolvimento de conhecimento científico associado à existência de matéria escura, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.

TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>existentes. No entanto, essa observação permaneceu ignorada por quase 40 anos. Apenas no início da década de 1970 é que se descobriu que matéria escura não só se encontra em aglomerados longínquos de galáxias, mas também está presente no interior da Via Láctea.” (p. 244)</p>		
	<p>“O enigma da matéria escura é um dos mais importantes problemas da física neste início de século. Com base em novas experiências e no desenvolvimento de novos instrumentos, esperam-se avanços significativos nos próximos anos.” (p. 244)</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção aproblemática</p>	<p>– Trazendo a dimensão dinâmica da ciência ao longo da história, sobretudo à possibilidade de alterações no passar do tempo, o trecho se opõe à concepção ahistórica, além de apresentar a ideia de problemas no desenvolvimento científico como incentivos a estudos em uma determinada área, contrapondo também a concepção aproblemática.</p>
	<p>“Entre tantas pessoas importantes, como Simão Mathias, Mario Schenberg, Marcelo Damy de Souza Santos, Aziz Nacib Ab’Saber, César Lattes e Oscar Sala, destacamos a entrevista do pernambucano Prof. José Leite Lopes (1918-2006) a Ennio Candoti, do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.” (p. 260)</p>	<p>Oposição concepção individualista</p>	<p>– Ao trazer diversos nomes de pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento da ciência no Brasil, o trecho atribui um caráter coletivo à atividade científica, opondo-se à concepção individualista.</p>
	<p>“[Entrevista] [EC] Na mesma época em que você descobria a física, a fissão nuclear era obtida em laboratório. Você, foi, portanto, um observador privilegiado da história do pecado original da ciência moderna... [JLL] A fissão do urânio foi realizada pela primeira vez na Alemanha, em 1939. Esse ano marca o nascimento da energia nuclear. Como era véspera da guerra mundial, essas pesquisas chamaram a atenção dos físicos, porque nunca se tinha visto a possibilidade de uma liberação tão fantástica de energia. O trabalho foi desenvolvido no âmbito do Projeto Manhattan, nos Estados Unidos, com participação de eminentes físicos europeus e norte-americanos. E deu lugar à tragédia da bomba atômica, lançada em Hiroshima e depois em Nagasaki. Em 1945, eu estava em Princeton, trabalhando com Pauli, e acompanhei tudo isso. Einstein estava lá nessa época, Jauch também. Mas não estavam trabalhando na bomba atômica. [EC] Qual foi a reação quando a bomba foi lançada? [JLL] Foi uma grande surpresa. O New York Times falava da descoberta misteriosa. [...] Os físicos norte-americanos discutiram intensamente a questão e propuseram a criação da Comissão de Energia Atômica, que deveria ficar sob controle civil. Durante a guerra, o Projeto Manhattan</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção socialmente neutra</p>	<p>– O trecho aborda um acontecimento histórico, trazendo aspectos sobre a repercussão do desenvolvimento científico no âmbito social e político, mas também então o impacto disso na comunidade científica. Opõe-se, assim, às concepções ahistórica e socialmente neutra da ciência.</p>

TEXTOS COMPLEMENTARES	<p>fora dirigido por um general, o Leslie Groves. E naturalmente devia haver militares querendo controlar a energia atômica, porque a bomba atômica era uma arma de guerra. Mas os físicos achavam que os civis é que deveriam ditar a política de energia atômica.” (p. 260)</p>		
	<p>“[JLL] No Brasil e em todo o mundo houve uma grande repercussão [do lançamento da bomba nuclear]. Nas Nações Unidas – e o Brasil tinha assento lá – foi criada uma Comissão de Energia Atômica. O representante brasileiro foi o almirante Álvaro Alberto, que era professor de química na Escola Naval. Utilizando seu prestígio e o prestígio da energia atômica no mundo, Álvaro Alberto trabalhou junto ao governo do presidente Dutra pela criação de um conselho nacional de pesquisas. Os Estados Unidos tinham um conselho de pesquisas em 1916, a Itália desde 1923. Na União Soviética existia a Academia de Ciências, que desempenhava um papel muito importante do ponto de vista do fomento da pesquisa científica, da criação de institutos e do apoio aos pesquisadores. No Brasil, não havia uma organização estatal que apoiasse a pesquisa científica. Enviado ao projeto e aprovado, a lei foi sancionada no segundo governo de Vargas, já em 1951. Álvaro Alberto foi o primeiro presidente do CNPq. Pela primeira vez, formulou-se uma política científica nacional. Foram concedidas bolsas de estudo para jovens brasileiros se especializarem em ciências, que fossem fazer pesquisas científicas e cursos de doutorado no exterior. O CNPq dava auxílio aos laboratórios científicos do país e às universidades que tivessem laboratórios.” (p. 261)</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção socialmente neutra</p>	<p>– O trecho trata, principalmente, da repercussão que o lançamento da bomba atômica teve nas esferas sociais e políticas naquele momento da história e como isso impactou a atividade científica, sobretudo pelo aumento de fomento à pesquisa científica – um interesse político surgiu e, portanto, alavancou as pesquisas através de novos incentivos (como a criação de organizações que apoiassem a pesquisa científica). Dessa forma, opõe-se claramente às concepções ahistórica e socialmente neutra da ciência.</p>
	<p>“O relato da observação experimental de Tales [acerca do comportamento do âmbar] costuma ser considerado o marco inicial desse ramo da Física chamado de Eletricidade – nome derivado da palavra grega <i>electron</i>, que significa “âmbar-amarelo”.” (p. 13)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 1: Força elétrica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p>	<p>– Situando estudos sobre o âmbar historicamente, assim como o início de uma área de estudo da Física, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>“No entanto, a propriedade do âmbar de atrair, quando atritado, só passou a ser estudada mais detalhadamente cerca de 22 séculos depois de Tales. No século XVI foram realizadas algumas experiências para tentar compreender as propriedades do âmbar. Há documentos que comprovam que, nessa época, William Gilbert, médico inglês da rainha Elizabeth I, observou o mesmo efeito que Tales, mas em diversos outros materiais, como vidro, enxofre, seda, lã, entre outros. William Gilbert organizou seus estudos, incluindo estudos sobre ímãs, magnetismo e magnetismo terrestre na obra De Magnete (Sobre ímãs), publicada em 1600, uma das obras mais importantes da história da Ciência e que influenciou cientistas e pensadores da época, entre os quais o astrônomo alemão Johannes Kepler e o italiano Galileu Galilei. Essa obra inaugurou o estudo sistemático do magnetismo e da eletricidade.” (p. 13)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 1: Força elétrica</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>1 – Concepção empírico- indutivista</p> <p>Oposição – concepção ateórica</p>	<p>O trecho trata sobre os estudos das propriedades do âmbar ao longo da história, opondo-se à concepção ahistórica da atividade científica.</p> <p>Ao dizer que experiências foram realizadas para compreensão das propriedades do âmbar, o trecho implica que através (apenas) de experimentos é possível a obtenção de conhecimentos acerca de um fenômeno da natureza, aos quais se chega através da observação. Assim, transmite, ainda que de forma subjetiva, uma concepção empírico-indutivista da ciência.</p> <p>Ademais, ao afirmar que cientistas foram influenciados pela obra de Gilbert, o trecho assume o papel da teoria (anterior) na atividade científica, opondo-se à concepção ateórica da ciência.</p>
	<p>“Mas qual seria a natureza desse fenômeno provocado pelo atrito? Uma resposta a essa questão surgiu em 1729, quando o físico inglês Stephen Gray (1666-1736) descobriu que a eletricidade pode “fluir” de um corpo para outro, desde que ambos estejam ligados entre si adequadamente. Gray observou que alguns materiais permitiam a condução da eletricidade, e outros, não. Isso o levou a estabelecer uma primeira classificação de materiais em dois tipos: os que permitiam e os que não permitiam a condição de eletricidade.” (p. 13)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 1: Força elétrica</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>1 – Concepção empírico- indutivista</p>	<p>O trecho aborda a realização de estudos científicos, que promoveram o desenvolvimento de novos conhecimentos científicos, em um ponto específico da história, opondo-se à concepção ahistórica.</p> <p>A ideia de descoberta, atrelada à realização de experimentos por Stephen Gray (e ninguém mais), ainda que sem dizer diretamente que Gray chegou a conclusões a partir de seus experimentos mas deixando a entender (nível de aproximação 1), transmite uma concepção empírico-indutivista da atividade científica.</p>

CONTEÚDOS	<p>“Em 1733, após conhecer os experimentos de Gray, o físico-químico francês Charles du Fay (1698-1739) fez uma descoberta importante: existiam dois tipos de eletricidade. Na época, acreditava-se que a eletricidade fosse um fluido que passava de um corpo para outro. Haveria, assim, dois tipos de fluido, que foram denominados eletricidade vítrea ou positiva – obtida no vidro quando atritado com seda – e eletricidade resinosa ou negativa – produzida no enxofre atritado com lã. A ideia dos dois fluidos distintos permaneceu até 1750, quando Benjamin Franklin estabeleceu que os dois tipos de eletricidade existiam num único fluido em qualquer corpo.” (p. 13)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 1: Força elétrica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção ateórica –</p> <p>Oposição concepção acumulativa e de crescimento linear –</p>	<p>O trecho aborda o desenvolvimento científico através de diferentes momentos na história, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Ademais, ao deixar claro que du Fay tinha conhecimento sobre o trabalho de Gray realizado anteriormente, o trecho subentende uma influência destes para a realização de seus estudos, o que configura uma oposição à concepção ateórica.</p> <p>Além disso, o trecho aborda o desenvolvimento de novas ideias e também o abandono da ideia de dois fluidos distintos para representar a eletricidade. Essa descontinuidade, em que ideias desenvolvidas são revistas na ciência e não apenas melhoradas, mas também abandonadas, contrapõe a concepção acumulativa e de crescimento linear da atividade científica.</p>
	<p>“A eletricidade como ciência começou a ser desenvolvida rapidamente a partir da invenção da pilha, em 1800, pelo físico italiano Alessandro Volta (1745-1827). A descoberta e o entendimento de muitos fenômenos elétricos propiciaram o surgimento de importantes aplicações práticas, como o telégrafo, o motor elétrico, o telefone e a lâmpada. Tudo isso causou um grande impacto na sociedade, a ponto de muitos estudiosos considerarem a eletricidade a gênese de uma segunda Revolução Industrial. A eletricidade modificou o comportamento humano e deu origem à eletrônica no início do século XX.” (p. 15)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 1: Força elétrica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção socialmente neutra –</p>	<p>O trecho situa o desenvolvimento da eletricidade como ciência no decorrer da história, opondo-se à concepção ahistórica.</p> <p>Além disso, o trecho traz a ideia de um desenvolvimento rápido dessa área, considerando o impacto que a mesma teve na sociedade e portanto, como essas relações entre ciência e sociedade impulsionaram os estudos em eletricidade, abordando também as aplicações tecnológicas e a alteração no comportamento humano por conta do desenvolvimento da ciência. Opõe-se, assim, à concepção socialmente neutra da ciência.</p>
	<p>“Algumas experiências e trabalhos realizados no final do século XIX foram fundamentais para modificar a visão que se tinha dos fenômenos</p>		

CONTEÚDOS	<p>elétricos. Entre eles, destacam-se a descoberta do elétron como constituinte universal da matéria, feita por Joseph John Thomson (1856-1940), físico inglês; a comprovação experimental da existência de átomos e moléculas, em 1908, nos trabalhos de Jean Baptiste Perrin (1870-1937), físico francês; e o modelo planetário do átomo apresentado por Ernest Rutherford (1871-1937), físico neozelandês, e seus assistentes Johannes Wilhelm Geiger (1882-1970), físico inglês. Entre 1909 e 1911, a explicação dos fenômenos elétricos e magnéticos foi além da linha dos fluidos e ganhou consistência maior com o modelo baseado na estrutura atômica da matéria.” (p. 15)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 1: Força elétrica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção acumulativa e de crescimento linear –</p>	<p>Situando os trabalhos desenvolvidos pela comunidade científica em um momento da história, o trecho opõe-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Demonstra, além disso, o abandono da ideia de eletricidade como fluido em vista do desenvolvimento dos estudos concebendo a matéria como constituintes por átomos, o que configura uma oposição, também, da concepção acumulativa e de crescimento linear da atividade científica.</p>
	<p>“Experiências revelaram que os prótons e os elétrons apresentam comportamentos opostos, mas com igual intensidade. Os nêutrons, descobertos em 1932 por James Chadwick (1891-1974), físico britânico, são partículas eletricamente neutras.” (p. 16)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 1: Força elétrica</p>	<p>2 – Concepção empírico-indutivista</p> <p>Oposição concepção ahistórica –</p>	<p>O trecho afirma que experiências levaram à ideia de prótons e elétrons com comportamentos opostos e com igual intensidade, atribuindo então à observação e à medição de fenômenos o desenvolvimento de tal conhecimento. Transmite, assim, a ideia de que a observação da natureza revela “a verdade” sobre seu comportamento, tratando do caso específico (nível de aproximação 2) de prótons e elétrons – em outras palavras, carrega a concepção empírico-indutivista da ciência.</p> <p>Também situa historicamente os estudos de Chadwick a respeito de nêutrons, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>“Em 1897, o físico inglês J. J. Thomson descobriu o elétron e determinou, experimentalmente, o quociente entre a massa e o valor absoluto da carga. [...] Entre 1906 e 1913, o físico estadunidense Robert Andrews Milikan (1868-1953) conseguiu estabelecer, experimentalmente, que a carga do elétron é a menor carga elétrica e, portanto, indivisível. Por isso, chama-se também carga elétrica elementar [...]. Com o trabalho de Milikan, também ficou evidente que a concepção de carga elétrica com a estrutura de fluido contínuo tinha de sair definitivamente do mundo da Ciência.” (p. 16)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 1: Força elétrica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>2 – Concepção empírico-indutivista</p> <p>Oposição concepção acumulativa e de crescimento linear –</p>	<p>Situando os trabalhos de Thomson e Milikan no decorrer da história, o trecho se configura como uma oposição à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Trazendo a ideia de que a partir dos experimentos se desenvolveu a ideia de carga elementar, o trecho transmite, para esse caso específico (nível de aproximação 2), uma concepção empírico-indutivista da ciência.</p> <p>O trecho também demonstra como, com o trabalho de Milikan e no desenvolvimento da ciência, a teoria de eletricidade através de fluidos acabou sendo abandonada, descontinuada, opondo a concepção acumulativa e de crescimento linear da atividade científica.</p>
	<p>“Joseph Priestley (1733-1804) sugeriu, a partir de estudos de algumas experiências realizadas, que a interação (atração e repulsão) entre cargas elétricas provavelmente obedeceria a uma relação semelhante à atração entre massas descrita em 1665 por Isaac Newton na lei da Gravitação Universal. A comprovação dessas observações foi realizada com medidas precisas, a partir de 1784, por Charles Augustin de Coulomb (1736-1806), físico francês, utilizando uma balança de torção.” (p. 28)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 1: Força elétrica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>1 – Concepção empírico-indutivista</p> <p>Oposição concepção atórica –</p>	<p>O trecho situa os estudos realizados historicamente, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho transmite, ainda que subjetivamente (nível de aproximação 2), uma concepção empírico-indutivista da ciência quando afirma que Priestley desenvolveu suas sugestões a partir de experiências realizadas.</p> <p>No entanto, o trecho, embora não deixe isso totalmente explícito, aborda a influência que a lei da Gravitação Universal de Newton teve sobre o trabalho de Priestley, que sugeriu uma semelhança entre a interação entre cargas e a interação entre massas, contrapondo a concepção atórica da ciência.</p>
	<p>“Dúvidas como essas persistiram ao longo dos anos, quando as forças de atração e repulsão eram explicadas como ação direta a distância entre cargas – algo como um processo “mágico” que permitisse que uma</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p>	<p>O trecho aborda dúvidas presentes na ciência ao longo de anos e que foram respondidas em algum</p>

CONTEÚDOS	<p>“carga” reconhecesse a outra. Michael Faraday (1791-1867), físico e químico inglês, não aceitava esse modelo. Observando a configuração das limalhas de ferro atraídas por um ímã, Faraday idealizou outro modelo introduzindo o conceito de campo: uma região de influência sobre outros corpos. Assim como a massa de um corpo cria uma região de influência gravitacional (campo gravitacional) em torno de si e os ímãs criam campos magnéticos, a carga elétrica também modifica as propriedades do espaço ao seu redor.” (p. 33)</p> <p>Unidade: Eletrostática</p> <p>Capítulo 2: Campo elétrico e potencial elétrico</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>momento da história, opondo a concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Além disso, o trecho aborda o abandono da ideia de um processo mágico que ocorresse à distância na interação entre cargas, ao ponto que se introduziu, no meio científico, a concepção de campo. Essa descontinuidade, para além de uma melhoria de desenvolvimentos anteriores, aborda uma rejeição de um modelo até então aceito, opondo a concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>
	<p>“O físico e matemático alemão George Simon Ohm concluiu, em 1827, que, mantida a temperatura constante, a diferença de potencial nos resistores é diretamente proporcional à intensidade da corrente que o atravessa. Ohm fez variar a tensão (U, 2U, 3U...) em um resistor e obteve respectivamente as correntes (i, 2i, 3i...). Com isso, concluiu: $U/i = 2U/2i = 3U/3i = \dots = \text{constante} = R$.” (p. 85)</p> <p>Unidade: Eletrodinâmica</p> <p>Capítulo 4: Resistores</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>2 – Concepção empírico- indutivista</p> <p>1 – Concepção individualista</p>	<p>Situando os estudos de Ohm historicamente, o trecho deixa clara a ideia de que os conhecimentos científicos provenientes de seus estudos nem sempre fizeram parte da ciência, mas foram desenvolvidos em algum momento da história, opondo a concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho ainda traz bastante claramente a ideia de que Ohm chegou à conclusão de resistência como uma constante que relaciona a diferença de potencial e a corrente elétrica diretamente de seus dados experimentais. Isso transmite, para os estudos de Ohm (nível de aproximação 2), a concepção empírico-indutivista da atividade científica.</p> <p>Além disso, por omissão e então de forma subjetiva (nível de aproximação 1), o trecho traz a ideia de que os trabalhos que levaram a essa conclusão a respeito da resistência elétrica foram desenvolvidos por Ohm apenas, sozinho, transmitindo uma concepção individualista da atividade científica.</p>

CONTEÚDOS	<p>“O físico francês Claude Pouillet verificou que a diferença de potencial entre os polos do gerador é a mesma que nos terminais do resistor. [...] Essa relação ficou conhecida como lei de Pouillet.” (p. 111)</p> <p>Unidade: Eletrodinâmica</p> <p>Capítulo 5: Geradores elétricos</p>	<p>1 – Concepção empírico-indutivista</p> <p>1 – Concepção individualista</p>	<p>Ainda que não de forma explícita (nível de aproximação 1), quando o trecho afirma que Pouillet “verificou” a igualdade entre diferença de potencial no gerador e no resistor, traz a ideia de uma conclusão a partir de dados experimentais, transmitindo subjetivamente a concepção empírico-indutivista da ciência.</p> <p>Assim como o trecho anterior, por omissão e de forma subjetiva (nível de aproximação 1), o trecho dá a entender uma atividade científica de acordo com a concepção individualista.</p>
	<p>“Estudamos na Eletrostática que cargas elétricas em repouso ou em movimento criam campos elétricos. Quando estão em movimento, no entanto, elas dão origem também a campos magnéticos. Isso foi comprovado experimentalmente em 1820 pelo físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1777-1851). O experimento de Oersted foi bastante simples: ele colocou um fio elétrico próximo a uma bússola, paralelo à orientação de agulha. Ao fazer passar uma corrente elétrica pelo fio, ele descobriu a conexão entre eletricidade e magnetismo: notou uma deflexão na agulha da bússola, que, em vez de continuar apontando aproximadamente para o norte-sul geográfico, posicionou-se perpendicularmente ao condutor. Ao abrir o interruptor, ele observou que a agulha voltava a ocupar a posição inicial. Assim, Oersted mostrou uma relação entre eletricidade e magnetismo, originando um novo campo de estudo na Física: o Eletromagnetismo.” (p. 140)</p> <p>Unidade: Eletromagnetismo</p> <p>Capítulo 7: Campo magnético</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>1 – Concepção empírico-indutivista</p> <p>1 – Concepção individualista</p>	<p>O trecho situa historicamente os estudos de Oersted e o surgimento do eletromagnetismo como área de estudo da física, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Ao afirmar que através de suas observações Oersted mostrou a relação entre eletricidade e magnetismo, o trecho transmite, subjetivamente (nível de aproximação 1), uma concepção empírico-indutivista da ciência.</p> <p>Além disso, abordando Oersted como sozinho em seu trabalho, o trecho também dá a entender, indiretamente (nível de aproximação 1), a concepção individualista da ciência.</p>
	<p>“Logo após a descoberta da relação entre magnetismo e eletricidade, feita por Hans Christian Oersted, André-Marie Ampère (1775-1836) realizou experiências, em diversas situações, a fim de determinar as características do campo magnético existente ao redor de condutores retilíneos percorridos por corrente elétrica. Ampère se valeu de um procedimento</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p>	<p>O trecho estabelece uma linha cronológica em que Ampère, sendo sucessor de Oersted, teve influência das ideias deste, estudando a relação entre eletricidade e magnetismo proposta por Oersted.</p>

CONTEÚDOS	<p>simples: depositou limalha de ferro sobre um pedaço de papel cartão, atravessado perpendicularmente por um fio metálico. Ao estabelecer uma corrente elétrica nesse fio, Ampère observou que as limalhas se arranjavam em forma circular e concêntrica ao fio. Utilizando uma bússola, ele obteve a orientação das linhas e do campo magnético ao redor do fio. Essa observação experimental permitiu a Ampère estabelecer uma regra prática para obter a direção e o sentido do campo sem o auxílio da bússola, que ficou conhecida como regra da mão direita.” (p. 146)</p> <p>Unidade: Eletromagnetismo Capítulo 7: Campo magnético</p>	<p>Oposição – concepção atórica</p> <p>1 – Concepção empírico-indutivista</p>	<p>Assim, opõe-se às concepções ahistórica e atórica da atividade científica.</p> <p>O trecho, também, traz um destaque para a observação presente no trabalho de Ampère, a partir da qual ele teria obtido então as linhas do campo magnético ao redor do fio metálico. Indiretamente (nível de aproximação 1), traz uma concepção empírico-indutivista da ciência.</p>
	<p>“Em 1820, Oersted uniu eletricidade e magnetismo ao descobrir que a corrente elétrica produz efeitos magnéticos. Essa descoberta aguçou a curiosidade de vários cientistas, que começaram a investigar a possibilidade de conseguir o efeito inverso, isto é, obter corrente elétrica (eletricidade) a partir do magnetismo. Quase ao mesmo tempo, em meados de 1831, Michael Faraday na Inglaterra, Joseph Henry nos Estados Unidos e Heinrich Friedrich Lenz na Rússia, em pesquisas isoladas, conseguiram obter a resposta de que esse feito era possível. Os experimentos que eles realizaram levaram à descoberta de um dos mais importantes fenômenos da combinação entre eletricidade e magnetismo: a indução eletromagnética. [...] Faraday percebeu que a corrente elétrica poderia ser produzida em um fio no formato espiral ao mover um ímã para dentro ou para fora da espira, mesmo sem a presença de pilha ou bateria.” (p. 169)</p> <p>Unidade: Eletromagnetismo Capítulo 9: Indução eletromagnética</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção atórica</p>	<p>O trecho aborda os trabalhos de Oersted, realizados anteriormente na história, como base para os estudos de Faraday, Henry e Lenz, opondo-se às concepções ahistórica e atórica da ciência.</p>
	<p>“As correntes induzidas nas condições mencionadas ficaram conhecidas como correntes de Foucault porque sua existência foi demonstrada, em 1855, pelo físico francês Jean Leon Foucault (1819-1868), que se tornou célebre em 1851 ao apresentar um pêndulo por ele construído e cujo movimento evidenciava a rotação da Terra.” (p. 182)</p> <p>Unidade: Eletromagnetismo</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>1 – Concepção individualista</p>	<p>O trecho aborda os trabalhos de Foucault mencionando quando foram realizados, sem trazer qualquer envolvimento de outros cientistas ou da comunidade científica, atribuindo o mérito dessas correntes induzidas apenas ao cientista mencionado. Opõe-se, então, à concepção ahistórica, transmitindo, por omissão e de forma subjetiva</p>

CONTEÚDOS	Capítulo 9: Indução eletromagnética		(nível de aproximação 1), uma concepção individualista da ciência.
	<p>“Campos magnéticos variáveis causam o surgimento de campos elétricos variáveis. Em 1864, o físico teórico James Clerk Maxwell, com base em ideias de simetria e trabalhando com equações matemáticas, pensou na possibilidade de ocorrer o contrário. Ou seja, conseguir um campo magnético variável por meio da variação de um campo elétrico. O ousado pensamento de Maxwell ampliou o processo de gerar campos magnéticos. Até então, sabíamos que os campos magnéticos eram produzidos por cargas elétricas em movimento. Com base na teoria de Maxwell foi possível saber que campos magnéticos também surgem por causa de variações de um campo elétrico. A teoria desenvolvida por Maxwell levou à conclusão da existência de ondas eletromagnéticas, que seriam constituídas pela combinação de campos elétricos e magnéticos induzidos variáveis que se sustentariam mutuamente.” (p. 184)</p> <p>Unidade: Eletromagnetismo Capítulo 10: Ondas eletromagnéticas</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção ateórica</p> <p>1 – Concepção individualista</p>	<p>O trecho aborda o trabalho de Maxwell deixando claro o aporte teórico possuído pelo físico para realização de seus trabalhos, baseando-se na geração de campos elétricos variáveis por campos magnéticos variáveis, já conhecida, e na ideia de simetria. Opõe-se, então, à concepção ateórica da ciência, assim como à concepção histórica, situando historicamente os estudos de Maxwell.</p> <p>Ainda que não afirme isso diretamente (nível de aproximação 1), o trecho trata todo o trabalho desenvolvido como solitário, apenas por Maxwell, transmitindo uma concepção individualista da ciência.</p>
	<p>“O valor da velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas, encontrado teoricamente por Maxwell, era compatível com o valor medido para a velocidade de propagação da luz. Essa coincidência levou Maxwell a identificar a luz como onda eletromagnética. Esse fato uniu a Óptica ao Eletromagnetismo. Poucos anos após a morte de Maxwell, foi realizada a comprovação experimental das ondas eletromagnéticas por Heinrich Hertz, que conseguiu emitir e captar ondas de rádio por meio de um circuito por ele desenvolvido. Hertz também comprovou para essas ondas as propriedades de reflexão, refração, interferência, difração, polarização e a velocidade de propagação.” (p. 186)</p> <p>Unidade: Eletromagnetismo Capítulo 10: Ondas eletromagnéticas</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p> <p>Oposição concepção ateórica</p>	<p>O trecho estabelece uma ordem cronológica para os estudos de Maxwell e Hertz, opondo-se assim, à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho traz, também, o fato de que Maxwell se baseou na velocidade de propagação da luz medido anteriormente a suas teorias para a proposição da luz como onda eletromagnética, o que evidencia a influência que os estudos anteriores tiveram em seu trabalho, assim como o trabalho de Maxwell teria então no de Hertz. Contrapõe, então, a concepção ateórica da ciência.</p>
	<p>“De acordo com Newton, o tempo é absoluto e, portanto, a simultaneidade independe do referencial. Mas, para saber se um acontecimento ocorre ou não depois do outro, precisamos receber alguma informação sobre ele na forma de sinais, [...]. No entanto, os sinais luminosos chegam a nós com</p>	<p>Oposição concepção ahistórica</p>	<p>O trecho aborda as diferentes formas de pensar da ciência no decorrer da história, mencionando o abandono à ideia da velocidade da luz como instantânea após assim ter sido pensada por muito</p>

CONTEÚDOS	<p>a velocidade da luz. No nosso dia a dia parece que ela é instantânea, como já se pensou durante muito tempo, mas não é assim; a determinação dessa velocidade causou uma reviravolta na história da Física, a qual vamos estudar agora.” (p. 204)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>tempo. Contrapõe, assim, às concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>
	<p>“A história da Ciência não tem demarcações precisas, uma vez que uma descoberta leva a outra, encadeando o trabalho de inúmeros pesquisadores ao longo do tempo. Mas, pode-se dizer, que o final do século XIX foi decisivo para as mudanças que ocorreram. Nessa época, a maioria dos cientistas acreditava que os principais conceitos e a estrutura teórica da Física, baseada na mecânica de Newton, no Eletromagnetismo de Maxwell e nas leis da Termodinâmica estavam praticamente prontos. Com essa estrutura era possível explicar todos os fenômenos físicos conhecidos. O renomado químico francês Marcellin Berthelot (1827-1907) afirmou que já não havia grandes mistérios na Ciência e no mundo.” (p. 204)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>3 – Concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho refere-se à história da Ciência, ou seja, de uma ciência que se desenvolveu ao longo do tempo, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Na frase inicial do trecho, ao afirmar que “uma descoberta leva a outra, encadeando o trabalho de inúmeros pesquisadores ao longo do tempo”, o trecho transmite claramente (nível de aproximação 3) uma concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência, onde, a partir de conhecimentos anteriores se obtém novos conhecimentos, sem uma problemática ou uma descontinuidade destes.</p>
	<p>“Durante muitos séculos considerou-se que a velocidade da luz era infinita, ou seja, alcançava instantaneamente qualquer objeto, não importando sua distância da fonte luminosa. Uma das tentativas para determinar a velocidade da luz foi de Galileu Galilei, num experimento entre duas colinas distantes. Trinta e quatro anos após a morte do italiano, em 1676, o astrônomo dinamarquês Ole Christensen Roemer (1644-1710) calculou pela primeira vez a velocidade da luz, ao observar diferenças nos períodos de eclipse de um dos satélites de Júpiter, Io. Mas a primeira determinação experimental bem-sucedida foi realizada em 1849 por Hyppolyte Fizeau.” (p. 204)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>Abordando diferentes estudos buscando a obtenção da velocidade da luz ao longo da história, assim como o abandono à ideia de uma velocidade da luz infinita (instantânea), o trecho configura-se como uma oposição às concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>“O valor da velocidade da luz calculado pela teoria de Maxwell – o físico escocês de que falamos ao estudar Eletromagnetismo – foi medido experimentalmente em vários processos que indicavam ser de aproximadamente 300000 km/s no espaço “aparentemente vazio”. Para muitos, a grande pergunta era: “Esse valor é medido em relação a quê?” ou: “Qual o referencial adotado para se chegar a ele?”. Na ocasião, havia a hipótese da existência de um meio fluido rarefeito sem viscosidade e suficientemente rígido para justificar a velocidade de propagação, atribuída a Hendrik Lorentz (1853-1928) e Henri Poincaré (1854-1912). Tal meio preencheria todo o espaço e recebeu o nome de éter. Vários cientistas consideravam contraditórias as características atribuídas a esse meio e, portanto, essa questão deveria ser mais bem estudada.” (p. 205)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção individualista –</p> <p>Oposição concepção aproblemática –</p>	<p>O trecho aborda ideias presentes no meio científico em determinado momento de seu desenvolvimento, opondo-se à concepção ahistórica.</p> <p>Trazendo diferentes nomes e mencionando “vários cientistas”, o trecho atribui um caráter coletivo à atividade científica, em oposição à concepção individualista.</p> <p>Além disso, o trecho demonstra como as características do éter, por serem contraditórias, acabaram se configurando como uma questão problemática no meio científico e que, portanto, esse meio deveria ser mais bem estudado. Contrapõe, dessa forma, a concepção aproblemática da atividade científica.</p>
	<p>“Resolvidas essas questões [acerca de fenômenos que envolvem a luz e seu meio de propagação], segundo Lorde Kelvin, no campo da Física não haveria fenômenos sem explicação, nem novas descobertas a serem feitas. Portanto, a Física estaria “encerrada”. A realidade, no entanto, mostrou-se muito diferente daquela prevista pela maioria dos cientistas. Ao tentar dissipar essas nuvens que ainda obscureciam a Física, eles se depararam com aspectos completamente novos e teorias até então inconcebíveis.” (p. 205)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção acumulativa e de crescimento linear –</p>	<p>O trecho supõe uma cronologia, abordando claramente a ideia de rupturas no pensamento científico quando, ao estudar questões ainda sem solução, os cientistas se depararam com aspectos e teorias que antes não tinham espaço nesse meio. Contrapõe, assim, as concepções ahistórica e acumulativa e de crescimento linear da atividade científica.</p>
	<p>“A tentativa de resolver a primeira questão citada por Lorde Kelvin remonta a alguns anos antes (1881), com a experiência realizada por Albert Abraham Michelson (1852-1931), físico estadunidense. Michelson pretendia comprovar a existência do éter medindo a velocidade de deslocamento da Terra em relação a esse meio. Utilizou um interferômetro [...]. Como ao longo dos dois braços [do interferômetro] a distância percorrida pela luz entre a ida e a volta ao espelho é a mesma, mas as velocidades são diferentes, deveríamos observar intervalos de</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção ateórica –</p>	<p>O trecho aborda diferentes estudos realizados na história da ciência, opondo-se à concepção ahistórica.</p> <p>O trecho deixa clara a influência da teoria do éter no trabalho de Michelson, que foi o tempo todo norteado pela mesma, e o posterior abandono desta ideia. Contrapõe, assim, a concepção ateórica e a</p>

CONTEÚDOS	<p>tempos diferentes entre os dois raios. [...]. Entretanto, de acordo com a precisão experimental, e para espanto de Michelson, não foi detectada diferença entre os intervalos de tempo. [...]. Esse fracasso na comprovação da existência do éter levou Michelson a repetir o experimento e a aprimorar os equipamentos. Na nova tentativa, realizada em 1887, Michelson teve a colaboração do também físico estadunidense Edward Williams Morley (1838-1923). Novamente, o resultado não evidenciou a existência do éter [...]. As conclusões obtidas com o experimento de Michelson e Morley podem assim ser resumidas: Não existe o éter. O espaço é vazio (vácuo) e, portanto, não há referencial absoluto; as ondas eletromagnéticas não necessitam do meio material para se propagar. Elas constituem uma exceção em relação às demais ondas; no vácuo, a velocidade da luz é a mesma em todas as direções e vale $c = 299792,458$ km/s.” (p. 205)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>2 – Concepção empírico-indutivista</p>	<p>concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p> <p>O trecho é bastante categórico no sentido de enunciar conclusões teóricas a respeito do funcionamento da natureza (de forma generalizada) a partir da observação e obtenção de resultados de dois experimentos realizados. Isso transmite de forma clara, para o caso específico dos experimentos de Michelson e Morley (nível de aproximação 2), uma concepção empírico-indutivista da ciência.</p>
	<p>“Nem todos os físicos aceitaram de imediato as conclusões do experimento de Albert Abraham Michelson e Morley, pois acreditavam na existência do éter. Poincaré, Lorentz e Fitzgerald tiveram destaque por suas propostas para justificar o resultado negativo obtido pelos cientistas estadunidenses. Embora não tenha publicado muitos trabalhos, Fitzgerald contribuiu com muitas ideias para outros físicos desenvolverem. Uma delas era de que objetos em movimento sofreriam um encurtamento na direção desse movimento, e isso explicaria o resultado negativo do experimento de Michelson e Morley. [...] Lorentz, que, por sua vez, era um grande especialista na teoria eletromagnética, defendia o éter como suporte de propagação das ondas. Coube a Hendrik Antoon Lorentz encontrar o fator de contração debatido [...]” (p. 207)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção atórica</p>	<p>Assumindo uma cronologia entre os trabalhos de Michelson e Morley e Lorentz e Fitzgerald, o trecho contrapõe a concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Além disso, deixa clara a influência teórica para a realização de estudos, sobretudo sobre Fitzgerald e Lorentz. Demonstra como ambos desenvolveram a ideia de contração do espaço partindo do pressuposto da existência do éter, contrapondo assim a concepção atórica da ciência.</p>
	<p>“Como veremos adiante, na Teoria da Relatividade restrita, de Albert Einstein, há também um efeito de contração de comprimento, cuja expressão matemática é formalmente idêntica àquela mencionada</p>	<p>Oposição – concepção atórica</p>	<p>O trecho deixa claro o posicionamento contrário de Einstein à teoria do éter, de forma que pode ser percebida a influência disso sobre seus estudos,</p>

CONTEÚDOS	<p>anteriormente, mas de natureza diferente [de Lorentz e Flitzgerald], pois o físico alemão será contra a ideia do éter, e a contração do comprimento se dará exclusivamente em função do movimento relativo entre os observadores. Assim, ele reinterpreta a transformação como sendo uma consequência da natureza do espaço e tempo.” (p. 207)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>desenvolvendo uma teoria que abandona essa ideia e atribui a ideia contração do tempo, proposta por Flitzgerald e Lorentz não à existência do éter, mas a aspectos da natureza do espaço (e do tempo) em si. Dessa forma, o trecho contrapõe a concepção atórica, assim como a concepção acumulativa e de crescimento linear ao evidenciar o abandono da teoria do éter com a Teoria da Relatividade restrita.</p>
	<p>“Em junho de 1905, a revista alemã <i>Annalen der Physik</i> (Anais da Física) publicou o trabalho científico de Albert Einstein com o título Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento. O conteúdo deste trabalho ficou célebre como Teoria da Relatividade restrita ou especial, que propunha uma solução para as contradições entre a Mecânica clássica e o Eletromagnetismo.” (p. 208)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção aproblemática</p> <p>1 – Concepção individualista</p>	<p>Situando o trabalho de Einstein no ano de 1905, o trecho contrapõe a concepção ahistórica. Além disso, atribuindo o desenvolvimento da Teoria da Relatividade restrita todo a este cientista sem mencionar outros atores e a comunidade científica, o trecho acaba transmitindo, subjetivamente (nível de aproximação 1), uma concepção individualista da atividade científica.</p> <p>O trecho também aborda a questão de soluções que a Teoria de Einstein propõe, assumindo a existência de problemas dentro da ciência que nortearam o desenvolvimento de tal. Contrapõe, assim, a concepção aproblemática da ciência.</p>
	<p>“A Mecânica clássica estabelece equivalência entre fenômenos observados a partir de diferentes referenciais inerciais. Portanto, o que vimos no exemplo não se encaixa nessa ideia. Assim, no Eletromagnetismo clássico, a referida equivalência parece não existir. Refletindo sobre esse tipo de situação e outras questões, Einstein propôs uma reformulação no conceito de espaço e tempo e estabeleceu dois postulados que são considerados os pilares da Teoria da Relatividade restrita. [...] O 2º postulado foi estabelecido por Einstein, independentemente do experimento de Michelson e Morley. Aliás, Einstein não levou em conta a necessidade do éter, mesmo porque, na explicação do efeito fotoelétrico, que veremos adiante, ele já havia descartado a luz como onda eletromagnética. Para Einstein, a luz era</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção atórica</p> <p>Oposição – concepção aproblemática</p>	<p>O trecho aborda a problemática de conciliação entre mecânica e eletromagnetismo clássicos, a partir de onde Einstein iniciou suas reflexões, baseando-se nesse conhecimento anterior a si (assim como assumiu a não existência de éter, o que demonstra uma postura teoricamente carregada) e dessa existência de um problema no conhecimento científico. Assim, o trecho opõe a concepção ahistórica, por assumir uma cronologia entre os conhecimentos clássicos e os estudos de Einstein; a concepção atórica, por abordar ideias anteriores que Einstein considerou em seus estudos e a concepção</p>

<p>formada de “partículas” de luz. O resultado encontrado por Michelson e Morley dá respaldo experimental ao 2º postulado.” (p. 209)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição – concepção empírico- indutivista</p> <p>1 – Concepção individualista</p>	<p>– aproblemática, por abordar a necessidade de solução para fenômenos que não eram bem compreendidos pelas teorias vigentes.</p> <p>Além disso, ao demonstrar o abandono de Einstein a algumas teorias anteriores na ciência, como a existência do éter e a luz como onda eletromagnética, o trecho se opõe, também, à concepção acumulativa e de crescimento linear da atividade científica.</p> <p>Por fim, esclarecer o não-conhecimento de Einstein acerca do experimento de Michelson e Morley ajuda a contrapor a ideia de uma ciência que é essencialmente construída através da observação de fenômenos, de forma que o trecho também se configura como uma oposição à concepção empírico-indutivista da ciência.</p> <p>Durante toda essa discussão, o trecho dá a ideia, indiretamente (nível de aproximação 1), de que Einstein como alguém que desenvolveu seus estudos a parte da comunidade científica, transmitindo uma concepção individualista da ciência.</p>
<p>“Estamos acostumados ao conceito clássico de velocidade como a razão entre o espaço percorrido e o tempo gasto nesse percurso. Isso significa que o espaço e tempo são, no conceito clássico, grandezas independentes. No entanto, para que a velocidade das ondas eletromagnéticas seja constante em qualquer referencial usado, a ideia clássica da independência entre o espaço e o tempo deve ser abandonada. Einstein considera espaço e tempo grandezas ligadas entre si. Para nós, a natureza está longe de ser plenamente compreendida. Estamos acostumados com a Física da “percepção intuitiva”. Lembremos que só os astronautas tiveram oportunidade de se deslocar em altas velocidades, que chegam ao redor de 40 000 km/h. Os aviões de linhas comerciais mais chegam a 1 000</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>Oposição – concepção</p>	<p>– O trecho aborda o desenvolvimento de maneiras diferentes de conceber espaço e tempo ao decorrer do desenvolvimento científico, inclusive opostas entre si (na questão de dependência ou independência). Assim, contrapõe a concepção ahistórica da ciência, assim como a concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p> <p>Além disso, ao demonstrar o quanto não-intuitivas são as ideias relacionadas à teoria da relatividade restrita, embora o trecho não diga isso claramente,</p>

CONTEÚDOS	<p>km/h. Essa realidade torna muito difícil a construção de “imagens intuitivas” relacionadas com fenômenos que se desenvolvem em velocidades acima de 0,1c.” (p. 210)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	empírico-indutivista	transparece a ideia de que Einstein não desenvolveu tal teoria a partir da observação e que não chegamos a tais ideias a partir de “experiências”. Dessa forma, subjetivamente, o trecho contrapõe também a concepção empírico-indutivista da ciência.
	<p>“Einstein refutou o conceito de tempo absoluto afirmando que a medida do tempo terá resultados diferentes se utilizarmos referenciais distintos. Consequentemente, eventos que são considerados simultâneos num dado referencial não são simultâneos quando observados em outro.” (p. 213)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear	O trecho aborda o abandono da ideia de tempo absoluto por Einstein, demonstrando uma descontinuação de concepções científicas para além de uma mera melhoria ou acumulação de novos conhecimentos, englobando a revisão de conhecimentos anteriores. Opõe-se, assim, à concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.
	<p>“A primeira evidência da conversão de energia em massa ocorreu em 1932, quando o físico estadunidense Carl David Anderson (1905-1991) – um dos laureados com o Nobel de Física de 1936 – descobriu a anti-partícula do elétron – o pósitron –, a qual tem a massa e spin iguais aos do elétron, mas carga elétrica positiva igual à do próton. Anderson constatou que, quando um pósitron se junta a um elétron, eles desaparecem, e a massa de ambos se transforma em energia transportada por dois raios gama, que surgiram no lugar da matéria. A enorme quantidade de energia liberada durante essas reações é explicada pela equivalência entre massa e energia. Experimentos realizados evidenciaram que a soma das massas das partículas constituintes dos núcleos atômicos, se eles estiverem separados, é maior que a massa total do núcleo. A diferença de massa fica armazenada na forma de energia nuclear nas ligações dos constituintes dos núcleos.” (p. 221)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	Oposição – concepção ahistórica 2 – Concepção empírico-indutivista	<p>Situando os estudos em questão historicamente, o trecho se opõe à concepção ahistórica.</p> <p>De forma sutil, ao trazer a ideia de “descoberta” do pósitron como anti-partícula do elétron por Anderson, o trecho transmite uma possível concepção empírico-indutivista. Isso se acentua quando o trecho afirma que “experimentos realizados evidenciaram” a discrepância entre a massa das partículas constituintes do núcleo somadas e este inteiro, afirmando então que essa diferença fica armazenada na forma de energia, como uma conclusão de tais experimentos. Assim, para esses experimentos relacionados à equivalência entre massa e energia especificamente (nível de aproximação 2), o trecho transmite a concepção empírico-indutivista da ciência.</p>
	<p>“A Teoria da Relatividade restrita balançou o mundo científico da época a tal ponto que renomados físicos se colocaram contra essas novas ideias. Com o tempo, o trabalho de Einstein foi sendo confirmado e revelando-se uma ferramenta indispensável para manter o avanço na obtenção de</p>	Oposição – concepção ahistórica	O trecho enfatiza as rupturas promovidas pela Teoria da Relatividade restrita no meio científico na época de seu desenvolvimento e sua progressiva aceitação ao longo dos anos e estudos posteriores que a

CONTEÚDOS	<p>novos conhecimentos nos campos teórico, experimental e também nas aplicações tecnológicas.” (p. 221)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 11: Teoria da Relatividade restrita</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p> <p>Oposição – concepção atórica</p>	<p>seguiram. Contrapõe, assim, a concepção ahistórica e a concepção acumulativa e de crescimento linear da atividade científica.</p> <p>Ao afirmar que a Teoria foi indispensável para a obtenção de novos conhecimentos, o trecho também subentende o papel de teorias anteriores na construção de conhecimento científico, opondo-se, então, à concepção atórica da ciência.</p>
	<p>“Em meados do século XIX, o físico alemão Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) realizou experimentos relacionados com a absorção e emissão de energia radiante. Nesses estudos, ele descobriu que, quando um corpo absorve certa quantidade de energia com a incidência de ondas eletromagnéticas, ele a emite em igual quantidade, ou seja, a capacidade ou o poder de absorção e de emissão são iguais para cada temperatura. Com base nesse conhecimento, Kirchhoff introduziu o conceito de emissor e absorvedor ideal, ao qual atribuiu o nome de corpo negro ou radiador ideal.” (p. 225)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>1 – Concepção individualista</p> <p>2 – Concepção empírico- indutivista</p>	<p>O trecho situa historicamente os estudos de Kirchhoff, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Sem mencionar quaisquer outros atores, deixa subentendida (nível de aproximação 1) a atividade individual de Kirchhoff – concepção individualista da ciência.</p> <p>O trecho traz claramente a ideia de que, a partir de seus experimentos, Kirchhoff “descobriu” conclusões a respeito da emissão e absorção de energia por um corpo. Transmite assim, para a atividade de Kirchhoff (nível de aproximação 2), uma concepção empírico-indutivista da atividade científica.</p>
	<p>“Em 1893, o físico alemão Wilhelm Wien (1864-1928) equacionou empiricamente o deslocamento do pico [da curva de absorção de energia] relacionando-o à temperatura e ao comprimento de onda correspondente. O resultado ficou conhecido como lei do deslocamento de Wien.” (p. 226)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>2 – Concepção empírico- indutivista</p>	<p>Situando o trabalho de Wien historicamente, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>O trecho transmite a ideia de que Wien chegou à sua lei do deslocamento empiricamente, ou seja, a partir de dados experimentais, transmitindo para esses estudos (nível de aproximação 2) uma concepção empírico-indutivista.</p>

CONTEÚDOS	<p>“Em 1896, Wien desenvolveu um trabalho na tentativa de achar uma equação adequada para fundamentar teoricamente a curva experimental. Ele acreditava que a radiação emitida pelo corpo negro provinha de oscilações dos átomos existentes nas paredes da cavidade. Os diferentes comprimentos de onda seriam justificados pelas diferentes frequências de oscilação desses átomos. A equação encontrada dava resultados compatíveis com a experiência na região de pequenos comprimentos de onda. Em 1900, o físico inglês William Strutt (1842-1919), mais conhecido como Lord Rayleigh, também desenvolveu um trabalho teórico – posteriormente ajustado em alguns pontos pelo físico, astrônomo e matemático britânico James Hopwood Jeans (1877-1946) – com a finalidade de achar uma equação compatível com a curva experimental. O resultado foi que a equação de Rayleigh concordava com as experiências para os comprimentos de onda maiores, enquanto para comprimentos menores a sua curva tendia para o infinito, estabelecendo o que ficou conhecido como catástrofe ultravioleta. Tanto Wien como Rayleigh desenvolveram suas teorias fundamentando-se em conceitos da Física clássica.” (p. 227)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção ateórica</p> <p>Oposição – concepção aproblemática</p>	<p>O trecho narra os estudos cronologicamente, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Ao abordar o trabalho de Wien, evidencia seus pressupostos teóricos (radiação provinda de oscilações dos átomos), assim como seu intuito de encontrar uma equação para os resultados experimentais. Isso demonstra uma atividade científica não neutra e carregada de teoria, opondo-se à concepção ateórica.</p> <p>Além disso, o trecho aborda os problemas existentes no desenvolvimento de trabalhos teóricos para uma haver uma correspondência com os trabalhos experimentais. Esses problemas foram motivadores para novas tentativas de ajuste. Dessa forma, o trecho contrapõe, também, a concepção aproblemática da atividade científica.</p>
	<p>“A solução do impasse, ou seja, a equação compatível em toda a extensão da curva do espectro de emissão do corpo negro foi conseguida pelo físico teórico alemão Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947), que vinha estudando o assunto desde 1897. O raciocínio de Planck envolveu entropia, possibilidades e uma elevada dose de coragem – segundo suas próprias palavras, um “ato de desespero, porque a questão tinha de ser resolvida” – para romper com a concepção clássica da teoria de Maxwell, segundo a qual a absorção, a emissão e a propagação das ondas eletromagnéticas eram processos contínuos. Na solução da questão, Planck introduziu a revolucionária ideia (para a época) de que a energia era emitida proporcionalmente à frequência de vibração dos osciladores eletromagnéticos existentes nas paredes da cavidade, não de maneira contínua, mas sim em quantidades múltiplas de uma quantidade mínima (quanta) hf, em que h é uma constante que posteriormente foi denominada</p>	<p>Oposição – concepção aproblemática</p> <p>Oposição – concepção ateórica</p> <p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho situa os estudos de Planck historicamente, enfatizando sua busca para a solução do problema de adequação de equações teóricas que se encaixassem aos dados experimentais referentes à emissão de radiação pelo corpo negro. Opõe-se, dessa forma, às concepções ahistórica e aproblemática da atividade científica.</p> <p>Além disso, evidencia os diversos aspectos teóricos que embasaram o trabalho de Planck, como entropia e a teoria de Maxwell, com a qual inclusive rompeu no aspecto de processos contínuos referentes a ondas eletromagnéticas. Assim, o trecho também se configura como uma oposição às concepções</p>

CONTEÚDOS	<p>constante de Planck e f, a frequência da radiação. [...]. Em 19 de outubro de 1900, Planck apresentou o seu trabalho no Seminário de Física da Universidade de Berlim, e a publicação foi efetuada em 14 de dezembro de 1900, dando início ao que se popularizou como Física Quântica e Física Moderna.” (p. 227)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p>	<p>ateórica e acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>
	<p>“Em 1887, no laboratório onde estudava a questão da emissão e da captação de ondas eletromagnéticas, o físico alemão Wilhelm Hallwachs (1859-1922), assistente do físico alemão Heinrich Hertz (1857-1894), observou que o comprimento da centelha causada pela descarga elétrica entre duas esferas metálicas diminuía quando se escurecia a sala do laboratório e tornava-se maior quando a sala era iluminada. [...] O aumento da descarga era uma indicação de emissão de partículas eletrizadas provenientes da esfera estimulada pela incidência da radiação. Esse fenômeno foi denominado fotoeletricidade (posteriormente, efeito fotoelétrico).” (p. 230)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>1 – Concepção empírico-indutivista</p>	<p>Situando os estudos de Hallwachs em 1887, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Além disso, a forma como o trecho aborda os experimentos realizados e suas conclusões dá a entender uma relação direta entre estes, como se o aumento da centelha pudesse ser diretamente atrelado à emissão de partículas eletrizadas provenientes da esfera por ser estimulada pela incidência de radiação a partir da mera observação do fenômeno. Ainda que isso não seja dito diretamente, o trecho transmite, subjetivamente (nível de aproximação 1), uma concepção empírico-indutivista da atividade científica.</p>
	<p>“Hallwachs propôs uma explicação relativamente simples para essa nova descoberta: as cargas elétricas existentes na superfície do metal, ao absorver a energia da onda eletromagnética, excitam-se a ponto de conseguir escapar do metal. Nessa época, o elétron ainda era desconhecido, pois essa partícula só foi descoberta em 1897 pelo físico britânico Joseph John Thomson (1856-1940). Foi nesse ano que as cargas</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção ateórica –</p>	<p>O trecho evidencia o desenvolvimento histórico da ciência, assim como a utilização de teorias disponíveis para o desenvolvimento de uma explicação para fenômenos da natureza, nesse caso, do efeito fotoelétrico – como Hallwachs tinha a seu dispor a teoria de Maxwell, desenvolveu uma explicação com a ideia de ondas eletromagnéticas,</p>

CONTEÚDOS	<p>elétricas emitidas pela superfície metálica no efeito fotoelétrico passaram a ser identificadas com o elétron.” (p. 230)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>que foi alterada quando uma nova teoria ganhou espaço: a do elétron. Assim, o trecho se opõe à concepção histórica, à concepção atômica, por assumir o papel da teoria na atividade científica, e à concepção acumulativa e de crescimento linear, por abordar o abandono da ideia de carga elétrica como onda eletromagnética pela ideia de carga elétrica como partícula (elétron).</p>
	<p>“O físico alemão Philipp Eduard Anton von Lenard (1862-1947) fez um profundo estudo experimental do efeito fotoelétrico e chegou a importantes conclusões em experimentos com emissores de vários materiais e utilizando radiações com comprimentos de onda distintos. Em seus experimentos sobre o efeito fotoelétrico, Lenard verificou que: a emissão de elétrons ocorre somente a partir de uma determinada frequência [...]; para a maioria dos metais, a frequência de corte pertence à região da radiação do ultravioleta [...]; para frequências inferiores à de corte, o efeito não ocorre, mesmo que a intensidade da radiação incidente seja aumentada; quando a emissão ocorre, o número de elétrons emitidos é diretamente proporcional à intensidade da luz incidente.” (p. 230)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>2 – Concepção empírico- indutivista</p>	<p>O trecho traz claramente a ideia de que a realização de experimentos levou Lenard às conclusões a respeito do funcionamento da natureza de forma generalizada, o que transmite diretamente a concepção empírico-indutivista para seus desenvolvimentos (nível de aproximação 2).</p>
	<p>“A Física Clássica não conseguia explicar o fato de que a emissão dos elétrons dependia da frequência da radiação e não de sua intensidade [conforme verificações de Lenard em seus experimentos]. [...]. Um fato interessante que cai em outra contradição com a Física Clássica está no intervalo de tempo entre a incidência da radiação e a emissão dos elétrons: é da ordem de nanossegundos. Para o elétron “escapar” nesse tempo, a energia de que precisa é comparável àquela que incide sobre uma área capaz de conter milhões de átomos.” (p. 231)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição – concepção apromblemática</p>	<p>O trecho traz fortemente a existência de problemas no desenvolvimento da ciência, nesse caso, a incapacidade da Física Clássica de explicar o observado efeito fotoelétrico. Contrapõe, assim, a concepção apromblemática da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>“A explicação compatível com os fatos experimentais foi dada por Einstein em 1902 e publicada em 1905. No ano seguinte, foi confirmada por experimentos realizados pelo físico estadunidense Robert Milikan (1868-1953). Com base na ideia do <i>quantum</i> de Planck, Einstein estabeleceu que a energia da radiação incidente concentrava-se em “partículas”, que passaram a ser denominadas fótons. Ele sugeriu que cada fóton transporta um quantum de energia dado por $E = hf$. Ou seja, em lugar de se espalhar nas frentes de ondas, como estabelecia a teoria eletromagnética, a energia é transportada em pacotes discretos. O elétron absorve toda a energia transportada pelo fóton de uma só vez e, desde que a direção do movimento do elétron no interior do metal seja adequada, ele consegue vencer a barreira da superfície. A energia cinética máxima de saída do elétron é igual à energia do fóton menos a energia necessária para chegar à superfície e atravessá-la.” (p. 231)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção atórica –</p> <p>Oposição concepção acumulativa e de crescimento linear –</p>	<p>O trecho aborda os estudos realizados por Einstein e Milikan cronologicamente, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Deixando clara a influência do trabalho de Planck para que Einstein desenvolvesse uma explicação ao efeito fotoelétrico, o trecho se opõe, também, à concepção atórica.</p> <p>Ao abordar o rompimento com as ideias da teoria eletromagnética, o trecho demonstra os descaminhos da ciência para além de uma forma meramente acumulativa, opondo-se à concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>
	<p>“A explicação de Einstein sobre o efeito fotoelétrico retomou a antiga polêmica do século XVIII sobre a natureza corpuscular ou ondulatória da luz. Os corpúsculos propostos por Einstein denominam-se fótons desde 1926, não têm massa de repouso, mas transportam energia $E = hf$.” (p. 232)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção acumulativa e de crescimento linear –</p>	<p>Abordando a ciência como dinâmica no decorrer da história, o trecho opõe-se à concepção ahistórica, evidenciando ainda o caminho tortuoso da atividade científica – nesse caso, o abandono da ideia de luz como corpúsculo pela ideia de luz como onda eletromagnética, tida como estabelecida, para então a volta da polêmica com a teoria de Einstein. Isso opõe diretamente a concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>
	<p>“Em 1923, Arthur Holly Compton (1892-1962), físico estadunidense, comprovou experimentalmente a natureza quântica dos raios X. [...] o experimento de Compton que consistia basicamente em desviar os raios X por meio de elétrons livres ou, de acordo com a descrição corpuscular, bombardear elétrons com fótons! [...]. Compton compreendeu que ambos apresentaram comportamento semelhante ao que acontece quando ocorre a colisão de bolhas de bilhar. Isso pode ser interpretado como uma indicação da natureza corpuscular do raio X. [...]. O efeito Compton confirma que os fótons se comportam como partículas apesar de sua</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção atórica –</p> <p>1 – Concepção individualista</p>	<p>O trecho situa historicamente os estudos de Compton, opondo-se à concepção ahistórica.</p> <p>A ideia de “confirmação” da natureza quântica dos raios dá a entender, subjetivamente, a influência da teoria quântica nos estudos de Compton, opondo-se à concepção atórica da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>energia ser descrita em função do comprimento de onda associada a eles – no caso, os raios X.” (p. 236)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>		<p>De forma subjetiva (nível de aproximação 1), o trecho trata do desenvolvimento do conhecimento em questão atribuindo todo o trabalho a apenas um nome, omitindo um caráter coletivo a tal. Assim, transmite indiretamente a concepção individualista da ciência.</p>
	<p>“[...] o princípio da complementariedade, enunciado em 1929 por Niels Bohr, que considera a necessidade das duas teorias para estabelecer o comportamento duplo das radiações, embora nunca seja necessário usar ambos os modelos [ondulatório e corpuscular] ao mesmo tempo para descrever determinados fenômenos.” (p. 237)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção ateórica</p> <p>1 – Concepção individualista</p>	<p>O trecho situa historicamente a proposição de Bohr, opondo-se à concepção ahistórica.</p> <p>Pelo trecho evidenciar o papel das teorias ondulatória e corpuscular no princípio de Bohr, ele contrapõe o desenvolvimento científico neutro, assumindo embasamento teórico, opondo uma concepção ateórica da ciência.</p> <p>De forma subjetiva (nível de aproximação 1), o trecho trata do desenvolvimento do conhecimento em questão atribuindo todo o trabalho a apenas um nome, omitindo um caráter coletivo a tal. Assim, transmite indiretamente a concepção individualista da ciência.</p>
	<p>“Pensando na dualidade onda-partícula apresentada pela luz e em questões ligadas à simetria, o físico francês Louis de Broglie associou o caráter dual também às partículas materiais (elétrons, prótons etc.). Em outras palavras, ele dotou a matéria de uma frequência e um comprimento de onda, utilizando a quantidade de movimento linear de módulo Q. [...]. As ideias de De Broglie tiveram confirmação nas experiências realizadas em 1927 pelos físicos estadunidenses Clinton Joseph Davisson (1881-1958) e Lester Germer (1896-1971) sobre a difração de elétrons. Posteriormente, experiências realizadas na Alemanha confirmaram a difração com partículas alfa e, em meados dos anos 1930, também com</p>	<p>Oposição – concepção ateórica</p> <p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>1 – Concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>O trecho inicia já abordando aspectos teóricos que embasaram o trabalho de De Broglie, abordando uma cronologia no desenvolvimento da ciência.</p> <p>Opõe-se, assim, às concepções ahistórica e ateórica da ciência.</p> <p>O trecho foi categorizado como transmitindo a concepção acumulativa e de crescimento linear por afirmar que a natureza dual da matéria foi “definitivamente” aceita nos meios científicos.</p>

CONTEÚDOS	<p>íons e nêutrons. Assim, a natureza dual da matéria foi definitivamente aceita nos meios científicos.” (p. 237)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 12: Física Quântica</p>		<p>Ainda que não seja de forma direta (nível de aproximação 1), o trecho dá um caráter definitivo à teoria, como se a partir de agora essa teoria vai ser para sempre aceita, apenas melhorada, sem dar espaço para refutações da mesma.</p>
	<p>“A descoberta da radioatividade aconteceu em maio de 1896. O físico francês Antoine Becquerel apresentou à Academia de Ciências de Paris um documento em que relatou seus trabalhos com minérios que continham sais de urânio. Ele afirmou que esses compostos emitiam radiações que decompunham os sais de prata das chapas fotográficas, causando nelas escurecimento, mesmo quando estavam protegidas por papel opaco e em ambiente sem iluminação. Comentou, ainda, que essas radiações eram capazes de atravessar certos materiais como papel, alumínio, cartolina e outros. Becquerel verificou que essas radiações eram distintas do raio X, (recém-descoberto por Wilhelm Röntgen, em 1885). Röntgen nomeou esse tipo de radiação de raio X, porque não havia uma causa aparente de emissão.” (p. 239)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 13: Radiação</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção atórica</p> <p>1 – Concepção individualista</p> <p>1 – Concepção empírico-indutivista</p>	<p>Situando os estudos de Becquerel na história e estabelecendo uma ordem cronológica para o desenvolvimento científico – os estudos de Becquerel vindo após os de Röntgen, inclusive nos quais ele se baseou para comparação –, o trecho se configura como uma oposição às concepções ahistórica e atórica da ciência.</p> <p>De forma subjetiva (nível de aproximação 1), o trecho trata do desenvolvimento do conhecimento em questão atribuindo todo o trabalho a apenas Becquerel, omitindo um caráter coletivo a tal. Assim, transmite indiretamente a concepção individualista da ciência. Além disso, aborda esses estudos e as conclusões de Becquerel em face a resultados experimentais – ainda que não diga isso claramente (nível de aproximação 1), transmite a concepção empírico-indutivista da ciência.</p>
	<p>“Ao final de 1897, a polonesa radicada em Paris, Marie Salomea Sklodowska (1867-1934), licenciada em Ciências Físicas (1893) e Ciências Matemáticas (1894), ficou impressionada com a descoberta de Becquerel e iniciou Pierre Curie (1859-1906) um imenso e exaustivo trabalho de investigação sobre essa radiação. Após se casarem, ambos se dedicaram ao estudo do fenômeno, fazendo descobertas importantes, entre elas a de que o elemento tório também emitia essas radiações e que um composto do urânio, a pecheblenda, era muito mais ativo que o próprio urânio. Os dois cientistas conseguiram separar dois novos elementos químicos, que receberam o nome de polônio e de rádio. [...] O casal Curie verificou que as emissões originadas nos elementos radioativos, além de impressionar chapas fotográficas e atravessar certas</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção atórica</p> <p>1 – Concepção empírico-indutivista</p>	<p>O trecho situa os estudos que aborda historicamente, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Além disso, o trecho evidencia como o casal Curie se baseou no fenômeno estudado previamente por Becquerel, realizando seus estudos a partir de tais trabalhos. Contrapõe, então, a concepção atórica da ciência.</p> <p>Por fim, o trecho transmite uma ideia de estudos realizados com base na observação de fenômenos ao utilizar a ideia de verificação de tais. Embora isso</p>

	<p>espessuras de materiais, também causavam ionização de gases e do próprio ar e provocavam cintilações ao atingirem certas substâncias, como o sulfeto de zinco.” (p. 239)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 13: Radioatividade</p>		<p>não seja de forma direta, mas bastante subjetiva (nível de aproximação 1), transmite uma concepção empírico-indutivista da atividade científica.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">CONTEÚDOS</p>	<p>“O neutrino é uma partícula sem carga elétrica “praticamente” sem massa, postulada em 1930 por Wolfgang Pauli (1900-1958), a fim de ser respeitado o princípio da conservação de energia no decaimento beta. Em 1956, essa partícula foi detectada por Frederik Reines (1918-1998) e Clyde Lorrain Cowan (1919-1974).” (p. 242)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 13: Radioatividade</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p> <p>Oposição concepção ateórica –</p>	<p>Situando historicamente os estudos de Pauli e Cowan, o trecho se opõe à concepção ahistórica da ciência.</p> <p>Além disso, o trecho aborda a proposição do postulado de Pauli a partir da conservação de energia, evidenciando a influência de tal teoria e conhecimentos anteriores em seus estudos. Assim, opõe-se à concepção ateórica da ciência.</p>
	<p>“Em 1919, utilizando o decaimento alfa do elemento químico polônio, Rutherford bombardeou núcleos de nitrogênio gasoso. Como resultado, obteve um isótopo do oxigênio e um núcleo de hidrogênio que posteriormente foi denominado próton. [...]. Esse experimento constitui o marco inicial da transformação artificial de um elemento químico em outro, além de confirmar o próton como um elemento básico da estrutura do núcleo atômico. A partir daí, outras reações nucleares de transmutações foram conseguidas com o emprego de partículas alfa. Com a invenção de aceleradores de partículas, a partir 1930, foi possível utilizar outros projéteis para o bombardeamento, como prótons, elétrons e dêuterons, mais energéticos que as partículas alfa. Com a descoberta do nêutron em 1932 por James Chadwick (1891-1974), físico britânico, essa partícula se mostrou um projétil notável, uma vez que, não tendo carga elétrica, não é repelida pelos prótons dos núcleos.” (p. 243)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 13: Radioatividade</p>	<p>Oposição concepção ahistórica –</p>	<p>O trecho demonstra o desenvolvimento dos conhecimentos científicos no decorrer do tempo, opondo-se à concepção ahistórica da ciência.</p>

CONTEÚDOS	<p>“Pouco antes da Segunda Guerra Mundial, já se previa que o bombardeamento de núcleos atômicos instáveis, como o do urânio e plutônio, poderia resultar em uma cisão do átomo em dois núcleos mais leves, além de dois ou três nêutrons e uma enorme quantidade de energia. A comprovação disso se deu no primeiro teste realizado com a bomba atômica no Novo México, Estados Unidos, em 1945.” (p. 253)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 13: Radioatividade</p>	<p>Oposição – concepção ahistórica</p> <p>Oposição – concepção atórica</p>	<p>O trecho deixa claro que a previsão teórica da cisão do átomo em dois núcleos veio antes de sua observação, nesse caso, em 1945. Dessa forma, ainda que indiretamente, deixa subentendida a influência da teoria anterior à experimentação no desenvolvimento da ciência, opondo-se à concepção atórica da ciência. O trecho também se opõe à concepção ahistórica por essa apresentação cronológica.</p>
	<p>“A obtenção de energia em detrimento da massa foi uma nova conceituação trazida pela Teoria da Relatividade, segundo a qual massa e energia se equivalem.” (p.255)</p> <p>Unidade: Física Moderna Capítulo 13: Radioatividade</p>	<p>Oposição – concepção acumulativa e de crescimento linear</p>	<p>Ao abordar a ideia de nova conceituação, o trecho subentende que a equivalência entre massa e energia que antes não tinha espaço na ciência. Assim, demonstra um certo rompimento com a maneira de entender o mundo anterior à Teoria da Relatividade, opondo-se à concepção acumulativa e de crescimento linear da ciência.</p>