
Conhecimentos da Natureza da Ciência expressos por licenciandos em materiais didáticos sobre a História da Física⁺*

Evelim Lamaia dos Passos Carvalho Santos¹

Colégio Imaculado Coração de Maria

Colégio Objetivo

São Lourenço – MG

João Ricardo Neves da Silva¹

Evandro Fortes Rozentaliski¹

Instituto de Física e Química – Universidade Federal de Itajubá

Itajubá – MG

Resumo

Esta pesquisa buscou avaliar como licenciandos em física expressam conhecimentos sobre a Natureza da Ciência (NdC) durante o processo formativo de elaboração de um material didático sobre a História da Física (HF) para a Educação Básica. Para realizar esta investigação foram analisados materiais didáticos sobre episódios históricos da física elaborados por alunos de um curso de licenciatura em física. Ao todo, 12 (doze) materiais didáticos constituem o corpus documental. Para a análise dos dados, foram utilizadas categorias a priori sobre aspectos de NdC a partir dos referenciais teóricos com o intuito de identificar e caracterizar com estes aspectos são expressos ou podem ser inferidos a partir dos materiais. Como resultados principais, foram possíveis encontrar visões adequadas e inadequadas sobre a NdC em 13 aspectos diferentes, tais como o método científico e o enraizamento social e cultural. Além disso, identificou-se limitações e dificuldades relacionadas a este estudo, como a limitação do caso histórico em contemplar todos os aspectos de NdC previamente definidos. As análises permitem apontar o potencial da construção de materiais didáticos sobre HF por licenciandos

⁺ Knowledge of the Nature of Science as expressed by undergraduate students in teaching materials about the History of Physics

^{*} Recebido: 13 de março de 2026.

Aceito: 30 de junho de 2026.

Publicado: 31 de agosto de 2026.

¹ E-mails: evelin.874@hotmail.com; jricardo.fisica@unifei.edu.br; e.rozentalski@unifei.edu.br

como prática de formação de professores para os aspectos da NdC, além de permitir a reflexão sobre a formação em História e Filosofia da Ciência no ensino e as práticas formativas propostas na formação inicial de professores de física.

Palavras-Chave: *Natureza da Ciência; História da Física; Material Didático; Formação de Professores.*

Abstract

This research aimed to evaluate how physics undergraduates express knowledge about the Nature of Science (NOS) during the formative process of developing teaching materials on the History of Physics (HP) for Basic Education. To carry out this investigation, teaching materials on historical episodes in physics, developed by students in a physics undergraduate program, were analyzed. In total, 12 (twelve) teaching materials constitute the documentary corpus. For data analysis, a priori categories on aspects of NOS were used based on theoretical frameworks in order to identify and characterize how these aspects are expressed or can be inferred from the materials. The main results revealed adequate and inadequate views on NOS in 13 different aspects, such as the scientific method and social and cultural roots. Furthermore, limitations and difficulties related to this study were identified, such as the limitation of the historical case in encompassing all previously defined aspects of NOS. The analyses highlight the potential of creating teaching materials on History and Philosophy of Science by undergraduate students as a teacher training practice for aspects of the Nature of Science, in addition to allowing reflection on training in History and Philosophy of Science in education and the formative practices proposed in the initial training of physics teachers.

Keywords: *Nature of Science; History of Science; Didactic Materials; Teacher Education.*

I. Introdução

A preocupação central deste trabalho relaciona-se com a formação inicial de professores e professoras de física a respeito de suas visões sobre a Natureza da Ciência (NdC). O objetivo é compreender as formas nas quais os futuros profissionais docentes da disciplina

de física mobilizam elementos de conhecimentos sobre a NdC em uma prática formativa de produção de materiais didáticos sobre a História da Física (HF).

A NdC é um constructo que vem sendo estudada mais amplamente desde a metade do século XX, especialmente no contexto da reflexão sobre a relevância da ciência no contexto político e social (Martins, 2015). Entretanto, devido a pluralidade e heterogeneidade das ciências, não é possível encontrar uma definição única e exclusiva para o termo. Essa definição depende dos referenciais teóricos, filosóficos e epistemológicos adotados. (Martins, 2015). Todavia, de modo geral, pode-se dizer que a NdC diz respeito a compreensão do que é a ciência, de como ela funciona e como ela interfere e é afetada pela sociedade (Vázquez-Alonso *et al.*, 2007), ou seja, é a busca pelo entendimento sobre as características do conhecimento científico como um todo.

Existem diversas justificativas sobre o porquê incluir a discussão sobre a NdC na educação científica básica, porém numa perspectiva mais ampla defende-se que ela é um dos componentes essenciais para a alfabetização científica. Nesse sentido, compreende-se que pessoas que possuem visões mais adequadas sobre o empreendimento científico são mais críticas e participativas nas tomadas de decisões fundamentadas sobre as questões e problemas tecnocientíficos (Praia; Gil-Pérez; Vilches, 2007), compreendendo melhor o mundo e sendo conscientes sobre os benefícios e os impactos das ciências na sociedade.

Uma forma riquíssima de compreensão da ciência é justamente a compreensão de suas práticas de justificação: de como cientistas conseguem transformar dados em padrões e modelos, de como as explicações se tornam sustentadas por evidências e como elas sustentarão novas previsões, de como representações conseguem falar pelos cientistas e viajar no tempo e no espaço guardando e desempacotando vários significados etc. (Mendonça, 2020, p. 11).

Além disso, esse pode ser um elemento crucial para a construção de conceitos científicos de forma mais organizada e compreensível para os estudantes, uma vez que a NdC como parte do Ensino de Ciências é responsável por parte da significação dos conteúdos científicos, ao passo que ainda pode ser parte da construção de uma cultura científica e de valorização das ciências na sociedade. Assim, discutir sobre a NdC ajuda a evitar visões empobrecidas e estereotipadas da atividade científica, como afirmam Azevedo e Scarpa (2017, p. 581) quando dizem que “consideramos que o aprendizado de ciências precisa possibilitar a compreensão sobre como o conhecimento científico é produzido, validado e comunicado, considerando as particularidades epistemológicas da ciência de forma explícita”.

Todavia, não é raro encontrar pesquisas que apontam visões deformadas da ciência desde o início das pesquisas neste tema (Gil-Pérez *et al.*, 2001; 2005) aos estudos mais recentes (Azevedo; Scarpa, 2017, Bagdonas, 2014), ou ainda, a propagação de mitos relacionados a construção do conhecimento científico (McComas, 1998; Mendonça, 2020), tanto no nível básico, técnico ou superior (Lederman, 2002).

Justificada a importância de se tratar os elementos da NdC na formação de professores de ciências e da importância de que esses sujeitos estejam permeados por esses elementos, ainda há uma questão incipiente e que merece ser trazida para a pesquisa acadêmica. Quais estratégias podem ser utilizadas pelos professores de ciências para o ensino de questões relativas à NdC? Que tipos de conhecimentos sobre como ensinar esse conteúdo são necessários para que o ensino dos elementos de NdC sejam realizados com qualidade? Como os professores de ciências podem ser formados para ensinar com base nos elementos de NdC? É no escopo destes questionamentos que este trabalho se propõe a analisar os resultados de uma prática formativa de professores de física que tem por intenção o desenvolvimento de conhecimentos sobre NdC por futuros professores.

Nessa direção, no que diz respeito à formação de professores, em nosso caso específico, professores de física, é necessária uma formação profissional mais apropriada sobre as ciências para que possa ser possível formar professores qualificados em suas atividades profissionais, ao que compete o ensino de aspectos da NdC. Trabalhos de pesquisa como os de Eichler e Del-Pinho (2020), Silva e Marcondes (2015), Autores (2024), por exemplo, apresentam o potencial da prática formativa de produção de materiais didáticos na formação de professores.

Nesse sentido, como entendemos a produção de material didático como uma estratégia de formação inicial e continuada de professores de ciências, nesses cursos incentivamos os professores-alunos a produzirem seus próprios materiais didáticos para a aplicação de suas propostas curriculares (Eichler; Del-Pinho, 2020, p. 638).

Diante da problemática apresentada, o presente estudo preocupa-se em responder a seguinte questão: Como se expressam os conhecimentos da Natureza da Ciência na formação de professores de física a partir da tarefa de produção dos próprios materiais didáticos de episódios Históricos da Física? A partir disso, os objetivos específicos desta pesquisa são os seguintes:

- Caracterizar os conhecimentos sobre NdC e sua utilização no ensino de física dos futuros professores de física expressos em materiais didáticos sobre história da física escritos por eles próprios;
- Analisar as contribuições da História da Ciência para promoção de aspectos da Natureza da Ciência.

Com esses objetivos, foi possível promover o estudo do processo formativo de professores de física na perspectiva de compreender quais os efeitos da produção de materiais didáticos sobre casos históricos de física na expressão de conhecimentos sobre a NdC.

II. A natureza da ciência no ensino de física: contribuições e abordagens

Visto que o objetivo principal da pesquisa está relacionado ao estudo dos elementos de conhecimentos sobre a NdC, é pertinente que se apresente o aporte teórico que fundamenta a sua concepção e utilização didática para o Ensino de Física presente neste texto.

Embora o termo Natureza da Ciência (NdC) seja amplamente utilizado por pesquisadores da área de Educação em Ciências, muitos estudos precisaram ser realizados até a construção de um consenso mínimo acerca do conceito e de seus impactos no ensino das disciplinas científicas. Isso se justifica pelo fato de não haver ou, no mínimo, não ser possível definir uma única Natureza da Ciência, “haja vista a pluralidade de disciplinas científicas existentes, às quais, embora apresentem similaridades, denotam divergências no fazer científico” (Silva; Martins, 2018, p. 73). Desse modo, não podemos assumir uma forma única de pensar a “Natureza da Ciência”, visto que não há uma conceituação fechada sobre o que é, de fato, a NdC.

Todavia, encontramos algumas tentativas em relação a uma possível definição, mas há que se destacar que elas são elaboradas com grande cuidado para justamente não limitarem toda a dimensão do termo. De acordo com McComas *et. al.* (1998), a NdC é um constructo fértil e híbrido, onde estudos sociais da ciência (História, Filosofia e Sociologia da Ciência) são combinados com pesquisas oriundas das ciências cognitivas (Psicologia), o que dispõe uma rica discussão a respeito do que é ciência, como ela opera, como os cientistas trabalham em grupos sociais e como a sociedade lida aos esforços científicos.

Mais recentemente, trabalhos como os de Rodrigues, Oliveira e Ferraz (2026) e Marcelino, Dalzotto e Denadin (2026) discutem as possibilidades e desafios da construção de visões adequadas de NdC a partir de pesquisas empíricas em sala de aula, enquanto Santos, Oliveira e Siqueira (2025) apresentam resultados de uma revisão sistemática de trabalho que abordam a Física Moderna e Contemporânea por meio da Natureza da Ciência. Percebe-se em tais trabalhos que ainda permanece em voga que a:

A NdC no ensino de Física também possui a potencialidade de desmistificar a ciência como um corpo de verdades absolutas e lineares, revelando-a mutável, dinâmica e influenciada por contextos sociais e culturais. Integrar a NdC na Física humaniza a disciplina, aprofunda o aprendizado e capacita os alunos a avaliarem criticamente dados e argumentos (Marcelino; Dalzotto; Denadin, 2026, p. 172).

Adúriz-Bravo (2005) destaca que, devido à relação com esses outros campos do saber, a NdC possibilita estudos sobre a forma como o conhecimento científico se transforma com o passar do tempo, os valores científicos empregados na formulação de uma teoria, a relação entre ciência e sociedade, entre outras. Para Lederman (2007) a NdC refere-se à “epistemologia da ciência, ciência como um modo de conhecer, ou os valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento” (p. 833). Enquanto para Vázquez-Alonso *et. al.* (2007) a NdC:

[...] engloba uma diversidade de aspectos sobre o que é a ciência, seu funcionamento interno e externo, como ela constrói e desenvolve o conhecimento que produz, os métodos que usa para validar este conhecimento, os valores envolvidos nas atividades científicas, a natureza da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa, as contribuições desta à cultura e ao progresso da sociedade (Vázquez; Alonso et. al., 2007, p. 34).

Ainda sobre a compreensão do que seja a NdC, para Moura (2014) essa “envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência. Compreender a Natureza da Ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada” (p. 33).

Pode-se observar que existem distintas definições sobre o constructo NdC na literatura. Por exemplo, por meio do enunciado descrito por Lederman (2007) observa-se que o pesquisador descreve uma definição mais restrita sobre a NdC, que parece alimentar apenas o campo da Filosofia da Ciência, por outro lado, há outras definições mais abrangentes conforme encontrado em Vázquez- Alonzo et al. (2007), e Guerra (2014), que incluem inúmeros aspectos oriundos da Sociologia da Ciência. Segundos estes últimos, “é preciso considerar as perspectivas do professor, suas crenças sobre o ensino e o que julgam serem os maiores objetivos do ensino de ciências” (p. 228).

Outro trabalho de igual relevância referente as visões acerca da atividade científica é o trabalho de Gil-Pérez et al. (2001; 2005). A partir de uma revisão bibliográfica nos principais periódicos internacionais em Ensino de Ciências, os autores identificaram 7 (sete) visões deformadas sobre a construção do conhecimento científico e do trabalho do cientista, recorrentes na transmissão de conhecimentos, seja de forma ativa ou passiva. Segundo ele, a “Visão descontextualizada e socialmente neutra”, a “Visão elitista e individualista”, a “Visão empirista e atórica”, a “Visão rígida (algorítmica, exata, infalível, ...)", a “Visão aproblemática e ahistórica”, a “Visão exclusivamente analítica”, e a “Visão acumulativa, de crescimento linear”, podem ser construídas por professores com os seus estudantes quando aqueles ensinam os conteúdos científicos.

Em consonância, Acevedo et al. (2005), argumentam que é comum nos currículos de ciência o destaque dado aos conteúdos conceituais e não processuais da ciência, ou seja, currículos que suscitam um ensino centrado nos produtos da ciência (teorias, leis, modelos, conceitos), sem discussão sobre como eles foram produzidos e aceitos, utilizando apenas resultados empíricos, esquecendo que esses não são suficientes para a compreensão do que é ciência, sobre a sua construção, funcionalidade e sobre a sua relação com a sociedade. A “inserção de conteúdos sobre as ciências na educação científica propicia um diálogo entre os saberes e pode contribuir para o desenvolvimento das competências necessárias ao cidadão do século XXI” (Forato; Pietrocola; Martins, 2011, p. 29)

Nesse encaminhamento, após a publicação acadêmica de estudos acerca desta ideia, se estabeleceu, durante a década de 1990, a chamada visão consensual sobre a NdC. Desde

então, os adeptos a essa abordagem têm defendido que um consenso sobre os aspectos da NdC pode ser estabelecido na educação científica. Desse modo, a visão consensual da NdC é entendida como:

[...] um conjunto de aspectos, de caráter geral, a respeito dos quais haveria um consenso amplo no que diz respeito ao que se espera que esteja presente no currículo de ciências. Como um referente para a instrução, a VC (visão consensual) busca um consenso pragmático em torno de determinados aspectos que seria válido para se pensar a inserção da NdC (Martins, 2015, p. 706).

Portanto, as listas são um indicativo de aspectos comuns sobre o empreendimento científico, não se referem a uma fotografia do que é a ciência, mas sim a tentativa de identificar aspectos comuns sobre a ciência. McComas *et. al.* (1998), Lederman (2002), reconhecem a existência de um consenso em relação aos aspectos de NdC mais importantes para fazer parte dos currículos de ciências. Esses autores apresentam os principais tópicos sobre a NdC para uma visão adequada sobre a atividade científica nos currículos de ciências.

Outras propostas para abordar a NdC no ensino foram elaboradas com o objetivo de evitar transmitir uma visão única, descontextualizada e simplificada da ciência. Por exemplo, Martins (2015) apresenta uma proposta baseada em temas e questões sobre NdC que busca superar as críticas em relação à visão consensual. O autor defende que “é melhor algum ensino sobre natureza da ciência, ainda que com limitações, do que deixarmos de agir e permitirmos a continuidade de propagação de visões deturpadas e equivocadas da ciência” (Martins, 2015, p. 717). Para este autor, a “consideração mais adequada da temática NdC nos currículos de Ciência deveria partir de uma perspectiva mais aberta, plural e heterogênea”, nesse sentido argumenta que “nenhuma lista será exaustiva e sempre trará problemas”, pois “não se trata de afirmar que alguns aspectos seriam consensuais e outros, não”.

Pode-se observar através desse contexto que as compreensões da Natureza da Ciência podem ser muitas e com distintas facetas, onde fatores sociológicos, históricos e epistemológicos implicam em determinados saberes específicos sobre a atividade científica. Dessa forma, cada elemento de NdC varia em relação ao planejamento e objetivo de aula.

Portanto, a respeito da discussão sobre a NdC no ensino de física, é necessário salientar que não pretendemos resgatar aqui toda a pluralidade de trabalhos sobre essa temática, seja ela favorável ou contrária à visão consensual da NdC. Dessa forma, por meio do exposto, entende-se que não existe uma única lista que possa definir o que é a ciência, ou ainda, que abranja toda a sua heterogeneidade e complexidade.

III. Procedimentos metodológicos de pesquisa: O contexto e o processo de análise dos dados

Esta pesquisa se caracteriza como um estudo de campo exploratório de característica documental, no qual foi analisada uma situação específica, com as características peculiares do

contexto no qual se está inserido. No nosso caso, a concepção de campo para a pesquisa se concretiza no contexto da disciplina chamada “Evolução dos Conceitos da Física” e da tarefa formativa de produção do material didático na disciplina por estudantes de um curso em Licenciatura em Física.

Os materiais produzidos e analisados nesta pesquisa foram construídos pelos licenciandos como tarefa formativa de uma disciplina, que era ligada aos conteúdos de História da Física. A disciplina é ofertada uma vez ao ano, em semestre par, possui carga horária de 96 (noventa e seis) horas-aula, no qual 64 (sessenta e quatro) horas são aulas presenciais na universidade e 32 (trinta e duas) horas são destinadas a atividades on-line utilizando plataformas de educação a distância (EaD). A disciplina contou com a participação obrigatória de alunos dos cursos de Física Bacharelado a partir do 6º (sexto) semestre e de Física Licenciatura do 8º (oitavo) semestre do curso. Além disso, é possível que alunos de outros cursos possam matricular-se na disciplina desde que satisfaçam os pré-requisitos necessários, ou seja, devem possuir aprovação nos cursos de Física Geral I, II, III e pré-requisito parcial em Física Geral IV.

A ementa da disciplina, que caracteriza os conteúdos que foram trabalhados com os sujeitos da pesquisa, abordou os seguintes tópicos: i.) Análise histórica e epistemológica do desenvolvimento de conceitos físicos; ii.) Construção histórica dos conceitos fundamentais em mecânica, eletromagnetismo, óptica e astronomia; iii.) Teorias e modelos na física; iv.) Diferentes concepções filosóficas, epistemológicas e metodológicas sobre a produção e evolução do conhecimento em física. A disciplina, nesse sentido, promove uma abordagem histórica a respeito da construção de conceitos físicos (massa, campo, carga, temperatura, calor, etc.), não tendo por objetivo discutir explicitamente aspectos da NdC. Essa característica justifica o propósito desta pesquisa, que pretendeu analisar os elementos de NdC que emergem na construção de materiais didáticos de história da física por licenciandos.

É importante salientar que a ementa da disciplina não sofreu nenhuma modificação ou influência relacionada aos interesses particulares da pesquisa, continuando a se caracterizar como uma disciplina puramente relacionada aos aspectos da construção histórica dos principais conceitos da física.

A turma possuía 18 (dezoito) alunos do curso de Licenciatura em Física e os dados foram coletados no ano de 2019, ou seja, eses trabalhos foram construídos por licenciandos antes do advento das Inteligências Artificiais Generativas, e são produções originais dos participantes. Com o objetivo de analisar as compreensões sobre NdC para ensinar conteúdos metacientíficos de maneira espontânea, os dados da pesquisa se constituem a partir dos materiais didático elaborados pelos licenciandos e destinado a apresentar a construção histórica de um conceito da Física.

Para a análise empreendeu-se a categorização dos dados coletados sobre a NdC. Para isso, os dados foram separados em categorias de análise, considerando-se que “as categorias precisam de ancoragem na fundamentação teórica utilizada, mas também precisam estar em

harmonia com os dados coletados durante a pesquisa” (Carvalho, 2012, p. 1). As categorias podem ser escolhidas antes da coleta de dados, *a priori*, ou formuladas *a posteriori*. Quando definido antes, elas se sustentam apenas no referencial teórico adotado, quando escolhida após, leva-se para o contexto da pesquisa categorias que foram concebidas a partir da prática, mediante a coleta dos dados.

No presente trabalho, as categorias escolhidas foram elaboradas *a priori*, a partir dos referenciais da NdC explicitados na fundamentação teórica. As categorias construídas de forma teórica referentes a NdC estão expressas no Quadro 1. Essas categorias nos permitiram compreender questões fundamentais sobre como se deu o processo de expressão dos elementos de NdC ao longo da disciplina. Ainda que não fosse nosso objetivo se filiar a uma abordagem específica, é importante pontuar que as categorias selecionadas refletem a visão consensual da NdC, tendo em vista que os trabalhos consultados para mapear visões adequadas e inadequadas da NdC eram dessa corrente. Como relatado anteriormente, críticas à visão consensual têm sido feitas nos últimos anos e corroboramos elas. Apesar disso, nesta pesquisa os aspectos consensuais se mostraram fecundos para interpretar e atribuir significado aos resultados encontrados nos materiais didáticos produzidos.

Quadro 1 – Categorias de elementos de NdC construídas a priori a partir dos referenciais.

Categorias de NdC	Definições a partir dos referenciais
<i>Provisoriedade do conhecimento científico</i>	O conhecimento científico não é estático e convergente, mas mutável e limitado. O conhecimento científico, enquanto durável, tem um caráter provisório; Embora durável na forma de fatos, leis e teorias, a ciência é provisória e sujeita a mudanças.
<i>Diferença entre observação e inferência</i>	Observações são enunciados descritivos que são acessíveis “diretamente” aos sentidos; por outro lado, inferências vão além dos sentidos, e empregam entidades teóricas.
<i>O método científico</i>	Não existe um único método que garanta a produção de conhecimento científico infalível, bem como uma sequência de etapas que levará os cientistas, de maneira infalível, a respostas ou soluções; cientistas necessitam de registros cuidadosos, revisão por pares, e reprodutibilidade.
<i>O papel da experimentação para a ciência</i>	O conhecimento científico se apoia fortemente, mas não inteiramente, de observação, evidências experimentais, argumentos racionais e no ceticismo.
<i>Diferença entre Leis e Teorias científicas</i>	Leis e teorias são tipos diferentes de conhecimento científico – leis são descrições ou enunciados de relações entre fenômenos observáveis; teorias são explicações inferidas para os fenômenos observáveis; portanto, os estudantes devem perceber que teorias não se tornam leis, mesmo com evidências adicionais.
<i>O papel da comunidade científica</i>	Treinamento compartilhado é um componente essencial do acordo entre cientistas.
<i>Perfil do cientista</i>	Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência.
<i>Comunicação do conhecimento científico</i>	Conhecimento novo deve ser relatado de maneira clara e aberta.

<i>Relação entre Observações e Teorias</i>	Observações são carregadas de teoria: os compromissos teóricos, crenças, conhecimentos anteriores, treinamento, experiências e expectativas influenciam o que cientistas pesquisam e como pesquisam.
<i>O papel da criatividade e da imaginação na atividade científica</i>	As teorias científicas não são induções, mas hipóteses que são imaginativas e vão, necessariamente, além das observações, portanto, cientistas são criativos; Embora baseado em observações do mundo natural, ou delas derivado, ainda que parcialmente, o conhecimento científico envolve também a imaginação e a criatividade humana.
<i>Progresso Científico ou Desenvolvimento da Ciência</i>	A história da ciência revela tanto um caráter evolucionário quanto revolucionário.
<i>Enraizamento social e cultural do empreendimento científico</i>	A ciência, enquanto empreendimento humano, é praticada em um contexto mais amplo, e seus praticantes são produtos dessa cultura.
<i>Relação entre Ciência e Tecnologia</i>	Ciência e tecnologia se influenciam mutuamente. A compreensão de que o desenvolvimento da ciência e dos aparatos tecnológicos são partes integrantes e mutuamente relacionados entre si.
<i>Complexidade do conhecimento científico</i>	A Natureza não produz evidências simples o bastante para permitir uma interpretação não ambígua.
<i>Incerteza na interpretação humana sobre a natureza</i>	As teorias científicas não podem ser provadas; a ciência é uma tentativa de explicar os fenômenos naturais.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos referenciais teóricos da pesquisa.

Optou-se por utilizar as siglas T1, T2, Tn... para designar os trabalhos analisados. Além desses elementos, é importante informar ainda que não foram expostos todos os fragmentos que representam as visões da NdC dos participantes, nesse trabalho e para não sermos redundantes e repetitivos quanto a excertos similares.

O processo de categorização seguiu os preceitos contidos na Análise de Conteúdo (Bardin, 2016), de modo que os excertos encontrados nos materiais didáticos foram separados, unitarizados e contabilizados como pertencentes a uma das categorias do Quadro 1. Este procedimento analítico é mais bem descrito na Fig. 1.

O Quadro 2 relaciona os trabalhos construídos pelos licenciandos e seus respectivos conteúdos de física.

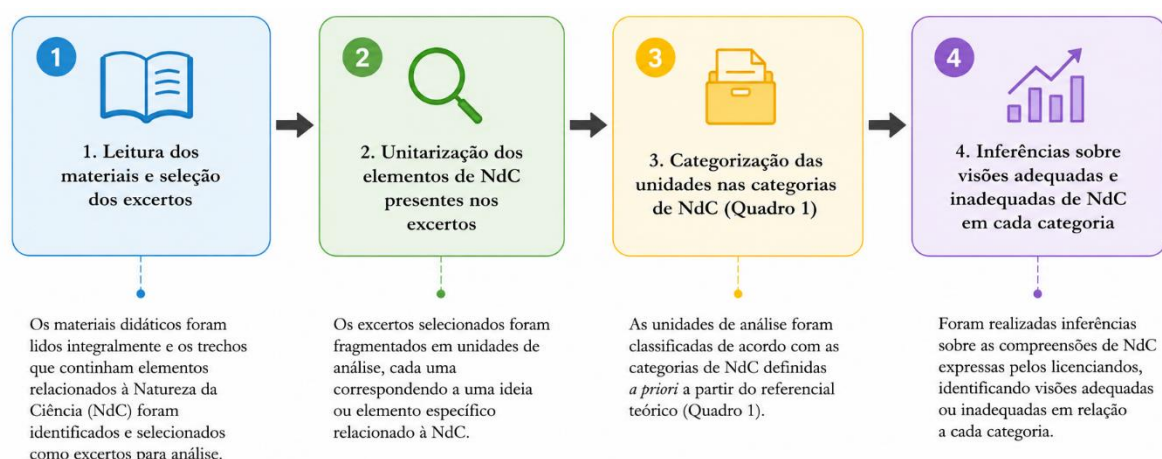


Fig. 1 – Roteiro e análise dos dados a partir da metodologia adotada.

Fonte: Elaborado pelos autores com apoio de Inteligência Artificial.

Quadro 2 – Conceitos de Física abordados em cada um dos materiais didáticos analisados.

Licenciando(a)	Conteúdo
T1	Relatividade
T2	Gravidade
T3	Gravidade
T4	Força
T5	Calor
T6	Força
T7	Corpos Celestes
T8	Tempo
T9	Massa
T10	Carga elétrica
T11	Eletricidade
T12	Luz

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base nesses referenciais e no processo metodológico de coleta e análise de dados descritos até esse momento, iniciamos a apresentação e discussão dos elementos de NdC encontrados nos trabalhos escritos pelos licenciandos sobre História da Física. A partir dos objetivos e dos procedimentos metodológicos descritos, procedeu-se à análise dos dados obtidos a partir de dos 12 (doze) materiais didáticos elaborados pelos futuros professores de física.

IV. Resultados e discussão: Os elementos de NdC manifestados por licenciandos em materiais didáticos sobre história da física

Com base nesta metodologia de análise e pretendendo analisar as visões de NdC manifestadas por licenciandos em física em materiais didáticos sobre HF produzidos por eles próprios, empreendemos as categorizações dos elementos previstos no Quadro 1 e expressas nos materiais didáticos produzidos pelos sujeitos. Destaca-se que tais compreensões identificadas nos materiais didáticos dos participantes são espontâneas, visto que se investigou o contexto real da disciplina, e que esta não foi influenciada pelos interesses da pesquisa. Por exemplo, não se solicitou explicitamente aos estudantes que o material didático abordasse aspectos da NdC. O encaminhamento central da atividade era ensinar um conceito da Física utilizando-se de um caso da História da Física.

Inicialmente, foram identificados quais elementos da NdC apareciam de forma explícita nos materiais elaborados pelos participantes. Dessa forma, foi possível realizar o mapeamento das concepções a respeito de NdC dos participantes envolvidos nessa pesquisa. As categorias encontradas são apresentadas em visões adequadas e visões inadequadas de NdC, sendo essa divisão fundamentada nos referenciais sobre NdC apontadas nesta pesquisa. As categorias mais presentes nos materiais dos alunos são expressas a seguir e resumidas na Tabela 1.

Tabela 1 – Esquema referente a frequência dos aspectos da NdC nos materiais didáticos

Categoria de NdC	% que contemplam	% que não contemplam	% Visão adequada*	% Visão inadequada*
<i>Provisoriedade do conhecimento científico</i>	70%	30%	68%	32%
<i>Diferença entre observação e inferência</i>	0%	0%	0%	0%
<i>O método científico</i>	50%	50%	67%	33%
<i>O papel da experimentação para a ciência</i>	87%	13%	40%	60%
<i>Diferença entre Leis e Teorias científicas</i>	0%	0%	0%	0%
<i>O papel da comunidade científica</i>	67%	33%	75%	25%
<i>Perfil do cientista</i>	58%	42%	0%	100%
<i>Comunicação do conhecimento científico</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Relação entre Observações e Teorias</i>	10%	90%	100%	0%
<i>O papel da criatividade e da imaginação na atividade científica</i>	20%	80%	50%	50%

<i>Progresso Científico ou Desenvolvimento da Ciência</i>	58%	42%	57%	43%
<i>Enraizamento social e cultural do empreendimento científico</i>	60%	40%	100%	0%
<i>Relação entre Ciência e Tecnologia</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Complexidade do conhecimento científico</i>	25%	75%	100%	0%
<i>Incerteza na interpretação humana sobre a natureza</i>	20%	80%	50%	50%

Fonte: Elaborado pelos autores.

As categorias com maior frequência nos materiais didáticos foram “O papel da experimentação para a ciência”, “O papel da comunidade científica”, “Desenvolvimento da ciência”, “Enraizamento social e cultural”, “Método Científico” e “Perfil do cientista”.

Pode-se observar com maior clareza que os aspectos referentes ao “papel da experimentação para a ciência” e o “papel da comunidade científica” foram os aspectos mais mencionados nos trabalhos. Sendo que a visão inadequada apareceu em maior frequência nos materiais didáticos que trabalharam o aspecto “papel da experimentação para a ciência”.

Também é possível verificar que embora os elementos “Enraizamento social e cultural da ciência”, “método científico” e “perfil do cientista” apareçam com frequências similares, há diferenças entre os modos de seus empregos. Em “enraizamento social e cultural da ciência”, a totalidade dos trabalhos apresentam a visão adequada sobre esse aspecto, já em o perfil do cientista encontramos um cenário completamente oposto, ou seja, 100% dos trabalhos apresentam visões inadequadas, ou ainda, menos informadas sobre esse elemento da NdC.

Voltando os olhares para a Tabela 1, os elementos “o papel da experimentação para a ciência” e o “perfil do cientista” são os aspectos que mais apresentaram visões inadequadas. Já os elementos “o papel da comunidade científica” e o “enraizamento social e cultural da ciência” são os aspectos onde mais foram encontradas visões adequadas.

Para além, vemos que as subcategorias: “Relação entre Ciência e Tecnologia”, “Diferença entre observação e inferência”, “Diferença entre Leis e Teorias científicas” e “Comunicação do conhecimento científico”, não foram contempladas nos trabalhos dos participantes.

Nesse sentido, as categorias de NdC mais manifestadas nos trabalhos, no geral, se relacionam a aspectos da própria atividade dos cientistas na construção original dos conceitos da física, e não necessariamente a aspectos da relação ciência e sociedade, como é possível inferir dos resultados. Quando o professor opta por apresentar o desenvolvimento histórico dos conceitos da física ressaltando o método de pesquisa utilizado pelos diversos cientistas ao longo dos séculos e a forma como os conceitos foram se construindo a partir de experimentos e publicações, essas características ficam mais ressaltadas nas produções dos alunos.

Feita essas considerações iniciais sobre a análise geral dessa categoria, será apresentado a seguir, as análises de cada fragmento dos materiais elaborados com relação a manifestação desses elementos da NdC. Por meio dessa análise pode-se compreender as visões dos futuros professores referentes a cada um dos aspectos da NdC explicitados nos materiais didáticos elaborados, sendo possível identificar suas concepções mais adequadas e visões inadequadas sobre o empreendimento científico.

Na análise dos materiais, foi possível perceber uma série de elementos que representam visões sobre o papel que a experimentação teve na construção das teorias físicas. Ao terem que abordar, de forma didática, os acontecimentos que levaram ao desenvolvimento dos conceitos e ideias física, os licenciandos enfatizaram profundamente a realização de experimentos historicamente relevantes. Contudo, observamos a manifestação de visões adequadas e inadequadas a respeito do tema, tendo como base o que os referenciais teóricos da pesquisa nos ajudam a compreender sobre a experimentação no desenvolvimento da física. Os excertos que exemplificam estas visões são transcritos a seguir.

- Visão adequada:

*Tendo isto em vista, seguem-se **uma série de experimentos que possibilitaram estabelecer uma nova visão de mundo ao adentrarmos no período moderno** (T1, grifo nosso).*

*Benjamin Franklin em 1746, **realizou uma série de experimentos. Num dos quais descobriu** que o arame que sai da garrafa de Leyden possui eletricidade contrária à do vidro da garrafa. Assim, elaborou sua própria teoria para a eletricidade, que era contrária a então aceita teoria dos dois fluidos elétricos, de Du Fay (T10, grifo nosso).*

- Visão inadequada:

*Após inúmeras experiências sua hipótese foi comprovada e Galileu pode **estabelecer a lei da queda dos corpos** (T2, grifo nosso).*

*Iniciando sua pesquisa sobre estática, Benjamin Franklin deu início a vários experimentos científicos para que **comprovasse suas teorias** sobre eletricidade (T11, grifo nosso).*

*Nota-se que é uma característica própria da construção do Eletromagnetismo, a presença de **experimentos prévios à teorização** dos fenômenos, esta mudança de paradigma é o que torna possível o rápido desenvolvimento deste campo científico (T1, grifo nosso).*

Com relação à categoria **O papel da experimentação para a Ciência**, ao analisar as visões de T1, T2 e T10, que exemplificam visões encontradas na maioria dos materiais analisados, observa-se que há uma ênfase na importância de experimentos que antecedem a formulação teórica. Isso fica evidente nas afirmações retiradas de T1, que sublinham a

relevância de experimentos prévios à teorização dos fenômenos no Eletromagnetismo, sendo essa característica um marco para o rápido progresso nesse campo científico. T10 complementa essa visão ao mencionar os experimentos realizados por Benjamin Franklin em 1746, quando ele desenvolveu sua teoria da eletricidade com base em observações experimentais que contradiziam as ideias de Charles Du Fay sobre os fluidos elétricos.

No entanto, trechos retirados de T2 e T11 oferecem uma visão mais complexa da experimentação científica. Neles, há a consideração de que experimentos são realizados para comprovar hipóteses previamente formuladas. Ainda assim, essa visão não é isenta de problemas. Ao utilizar a palavra “comprovação”, os participantes podem sugerir uma imagem infalível da ciência, o que é contrário à sua natureza, que, conforme McComas *et al.* (1998), é uma tentativa contínua de explicar os fenômenos naturais e não a descoberta de verdades absolutas.

Acerca deste aspecto, destaque-se que conforme apontado por Gil-Pérez *et al.* (2001; 2005) e Oliveira *et al.* (2020), tal visão reflete uma visão empírico-indutivista ou ateorica, na qual a experimentação é vista como um processo neutro e independente de hipóteses orientadoras. Essa abordagem não considera o papel fundamental das teorias já existentes e das hipóteses que guiam a investigação científica. Ao tratar os experimentos como algo casual, os participantes sugerem que a experimentação isolada pode gerar novas visões de mundo ou descobrir novos conceitos, ignorando a relevância das teorias que moldam o processo de investigação.

Sendo assim, podemos inferir que, com base nas visões adequadas e inadequadas, os licenciandos expressam a forma como entendem o papel que a experimentação tem na construção de teorias físicas considerando dois aspectos principais, que são: a experimentação precede e compõe o processo de criação de uma teoria científica e; a experimentação fez parte da comprovação de teorias construídas historicamente. Teixeira *et al.* (2009) já refletem sobre a importância de se alcançar uma superação da visão indutivista-empirista do papel do experimento na construção da ciência e por uma maior “diversificação nas visões sobre métodos científicos e sobre o papel do experimento na ciência” (p. 32)

Uma das categorias que foram bastante expressas pelos licenciandos em seus materiais trata da influência de vários pensadores na construção do mesmo conceito físico. Os sujeitos expressam em seus trabalhos a forma como um determinado conteúdo científico foi construído historicamente como resultado de um trabalho feito por muitas pessoas. Esse é um elemento relevante de ser observado, pois se trata de um resultado tipicamente possível de ser construído no estudo de HF. Contudo, ainda houve visões adequadas e inadequadas sobre este elemento de NdC.

- Visão adequada:

[...] ou seja, é constante o resgate de trabalhos antigos e a moldagem dos pensamentos clássicos aos paradigmas em que o pesquisador se encontra (T1, grifo nosso).

Se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro de gigantes (T9, grifo nosso).

A ciência não é construída individualmente, mas um trabalho em conjunto e em constante transformação (T3, grifo nosso).

Todavia, como o seu trabalho fora realizado a partir de observações médicas, e não num laboratório de física, foi de início amplamente ignorado pela comunidade científica, não lhe reconhecendo credibilidade, embora tenha sido publicado numa revista de mérito (os “Annalen der Chemie”), em 1842. Só muito mais tarde as teorias de Mayer vieram a ser reconhecidas, graças a Rudolf Clausius (T5, grifo nosso).

- Visão inadequada:

Newton ficou praticamente 18 meses sozinho em casa, e nesta época ele fez avanços revolucionários, na matemática, na ótica e começou a trabalhar no que se tornaria sua grande obra, a gravidade (T2, grifo nosso).

Como conta a história, Newton sentado debaixo de uma macieira a ler um livro, de repente uma maçã cai ao seu lado. Ele olha para cima para ver de onde aquela maçã teria caído e ao fundo observa a Lua esbranquiçada ao fundo a luz do dia, e se pergunta: “Se as maçãs caem, a Lua também cai?” (T2, grifo nosso).

Após inúmeras experiências sua hipótese foi comprovada e Galileu pôde estabelecer a lei da queda dos corpos (T2, grifo nosso).

Sobre a categoria **O papel da comunidade científica**, os excertos retirados de T1, T9 e T3 destacam a ciência como uma construção coletiva, na qual o trabalho de cientistas de diferentes épocas contribui para o desenvolvimento contínuo de ideias. A famosa frase de Newton, “se cheguei até aqui foi porque me apoiei no ombro de gigantes”, ecoa a compreensão de que a ciência não é resultado de esforços individuais, mas de um processo colaborativo que atravessa gerações. De acordo com Kuhn (2009), a comunidade científica é responsável pela avaliação das novas hipóteses e pela aceitação ou rejeição dessas, determinando, assim, o avanço do conhecimento científico.

Entendemos que esta categoria ter sido preenchida por um número considerável de excertos é um indício importante de que tanto a aula de HF quanto a tarefa de construção do material são potenciais para o desenvolvimento de conhecimentos desse aspecto da NdC, uma vez que se trata de um ambiente privilegiado para o tratamento do processo de construção dos conceitos e teorias físicas. Moura (2014) e Peduzzi e Raicik (2020), por exemplo, expressam a relevância da formação de professores sobre HF como caminho para a construção de elementos da NdC. Por exemplo, Moura (2014, p. 40) afirma que “Há, pois, uma grande quantidade de artigos nas literaturas internacional e nacional que discutem a NDC e como incorporá-la no ensino a partir do viés da História e Filosofia da Ciência”.

Como já elaborado no referencial teórico, a compreensão sobre o desenvolvimento da ciência dos futuros professores é parte constante de seu trabalho no ensino de física, visto que o trato que se pode dar aos temas na escola deve carregar uma compreensão sobre seu desenvolvimento. Trata-se, então, de um elemento muito importante da NdC que os licenciandos devem manifestar. Nos materiais didáticos sobre HF elaborados, encontramos elementos de visão adequada e algumas visões inadequadas, como nos excertos exemplificativos a seguir.

- Visão adequada:

A ideia não teve grande aceitação no momento de sua publicação, pois ia totalmente contra o paradigma da época. No entanto, ela vem obtendo cada vez mais suporte experimental, sendo atualmente amplamente aceita pela comunidade científica (T1, grifo nosso).

A construção destes conceitos não se dá de forma linear [...], ou seja, é constante o resgate de trabalhos antigos e a moldagem dos pensamentos clássicos aos paradigmas em que o pesquisador se encontra (T1, grifo nosso).

Galileu começa a fazer um dos primeiros processos para a quebra do Paradigma (T2, grifo nosso).

A mecânica de Newton foi um sucesso total, pois ele conseguiu resolver uma quantidade absurda de problemas, de forma qualitativa (T9, grifo nosso).

Obviamente, o desenvolvimento do conceito de força não se estagnou na história, outras formulações ou outras abordagens referentes a este conceito foram desenvolvidas [...] (T4, grifo nosso).

- Visão inadequada:

Então, a fim de resolver este problema através dos seus cálculos, Kepler formula sua primeira lei, negando todos os séculos de tradição que se tinha sobre a visão das órbitas e do sistema solar (T2, grifo nosso).

Sobre a categoria **Progresso Científico ou Desenvolvimento da Ciência**, ao analisar os excertos sobre esta categoria, notamos que os trechos retirados de T1, T2 e T9 trazem a ideia de que a construção do conhecimento científico não ocorre de maneira linear e acumulativa. T1, por exemplo, ressalta que novos conhecimentos nem sempre são aceitos imediatamente pela comunidade científica, enfrentando resistência devido aos paradigmas vigentes. Essa ideia é parte da compreensão de importantes filósofos da ciência, como por Kuhn (2009), que argumenta que o desenvolvimento científico é marcado por crises e revoluções paradigmáticas, onde novos conhecimentos desafiam e, eventualmente, substituem as ideias estabelecidas.

Em suma, o desenvolvimento da ciência depende tanto da experimentação quanto da validação coletiva e do questionamento de paradigmas. No entanto, visões empírico-

indutivistas e individualistas ainda são comuns, como mostrado no excerto T2, o que pode levar a concepções inadequadas sobre o papel da experimentação e da comunidade científica.

Como ressaltam Gil-Pérez *et al.* (2005), é crucial compreender a ciência como um processo dinâmico, marcado por crises e rupturas, e não como um corpo de conhecimento acumulativo e infalível. Essa percepção mais ampla e crítica da ciência é fundamental para promover um ensino mais eficaz e contextualizado da história e da filosofia da ciência.

Contudo, salienta-se que todos os trabalhos dos participantes da pesquisa demonstram uma visão de linearidade da ciência. Nos doze trabalhos analisados, todos os participantes optaram por uma perspectiva de apresentar a ciência de forma linear e progressista, abordando os questionamentos sobre o conceito desde os gregos até as formulações mais aceitas hoje, em vez de optar pela escrita de um episódio específico. Essa visão linear também é observada em trabalhos que apresentaram, além do texto, uma linha do tempo com os principais personagens e eventos relacionados ao desenvolvimento histórico do conceito ao longo dos séculos. A Fig. 2 apresenta um exemplo dessas linhas do tempo.



Fig. 2 – Linha temporal no material didático de T11.

Essa característica permeia todos os materiais, revelando um aspecto a ser pensado também pelos professores formadores da licenciatura em física, fundamentalmente aqueles que lidam com os conteúdos de HF. Muito provavelmente a visão linear e progressiva de desenvolvimento científico seja uma das características mais arraigadas no pensamento sobre HF dos alunos e, portanto, das que mais devem ser trabalhadas no processo formativo.

Além disso, é importante salientar que construir uma narrativa que busca contemplar um longo período de estudos, envolvendo diferentes contextos socio-históricos sobre um conceito científico, pode ser uma armadilha perigosa (Martins, 2001). Narrar uma história linear pode induzir a uma interpretação de ciência evolutiva, sem rupturas, aproblemática e generalista. Nesse caso, o foco em episódios históricos, conforme recomendado por Forato, Bagdonas e Testoni (2017) seja uma estratégia de formação mais relevante, uma vez que “o

estudo de diferentes episódios históricos pode contextualizar discussões sobre diversos aspectos da NdC, problematizando visões essencialistas e promovendo visões mais bem informadas na formação de professores” (p. 3511).

A ciência é um empreendimento complexo e problemático, que não é neutro e é impactado pelos interesses humanos. Diante disso, é questionável se é viável contemplar, em uma única narrativa, mais de 2000 anos de compreensões sobre a ciência, abordando problemas relacionados ao desenvolvimento de um conceito científico e as particularidades de cada contexto social, histórico, cultural e científico.

A concepção sobre o método científico é uma das características mais importantes dos conhecimentos sobre NdC e fundamentalmente no processo de formação de professores de física se fazem relevantes. Diversos trabalhos que tratam sobre a formação de professores em HFC ressaltam a importância de que essa formação desenvolva nos futuros professores uma visão adequada sobre o método científico e como esse faz parte da construção dos conhecimentos físicos. Para Massoni, Moreira e Silva (2018), por exemplo,

Para Larry Laudan (2000), a HFC tem uma preocupação comum e um interesse específico na história do método científico, sendo que o historiador deve se preocupar com esse problema já que não é possível ignorar as opiniões dos cientistas sobre questões de método quando explicamos suas teorias e seus procedimentos científicos (p. 903).

Sendo assim, trata-se de uma informação relevante a maneira como os licenciandos expressam visões sobre o método científico em materiais escritos por eles próprios, conforme vemos a seguir.

- Visão adequada:

*A “ciência” que era feita por Aristóteles **se diferencia** de muitas formas **do que entendemos como método científico atualmente**. As ideias surgiam através da **observação dos fenômenos em seu cotidiano**, e o **aceitamento** das mesmas era **definido pelo poder de argumentação** do filósofo (T1, grifo nosso).*

*Este foi o outro feito interessante que Galileu fez, ele foi o primeiro a sistematizar e dar uma forma matemática para um dos fenômenos mais intrigantes da época, não somente isso, ele também exemplificou **um modo diferente de se fazer ciência através de medições e comparações de modelos** (T2, grifo nosso).*

*O método científico na época se baseava no argumento e contra-argumento. Entretanto, no século XVII, com o avanço da ciência, que ocorrem a partir de Copérnico, Kepler e Galileu o homem passa a perceber o universo como produto de uma evolução, não mais pela ação direta de um Criador, **mas pela existência de leis universais da natureza que podem ser expressas matematicamente** (T6, grifo nosso).*

- Visão inadequada:

Após inúmeras experiências sua hipótese foi comprovada e Galileu pode estabelecer a lei da queda dos corpos (T2, grifo nosso).

Joseph Black, por volta de 1760, distanciou-se dos seus trabalhos no âmbito da química e dedicou-se a estudar o calor, tema que o fascinava. Sempre utilizando o seu método de rigorosas medições, realizou ensaios estudando a transição entre os estados líquido e sólido que o levaram à definição de calor latente (1761) (T5, grifo nosso).

Sobre a categoria **O método científico** expressa pelos licenciandos, as contribuições de T1, T2, T6 e T9 nos oferecem uma perspectiva interessante sobre a compreensão que eles expressam deste conceito. A ciência praticada por Aristóteles, por exemplo, difere substancialmente do que entendemos atualmente como método científico. O filósofo baseava suas ideias na observação cotidiana, onde a aceitação de suas teorias dependia da força de sua argumentação (T1). Com a transição para uma abordagem mais quantitativa, Galileu se destacou ao sistematizar fenômenos através de medições e comparações, estabelecendo um novo paradigma científico (T2).

No entanto, essa narrativa levanta questões sobre as visões de NdC dos futuros professores. Eles consideram outros elementos que compõem o método científico, como a criatividade, a argumentação e as complexidades envolvidas na construção do conhecimento? Embora alguns trechos indiquem um entendimento sobre a necessidade de rigor e sistematicidade, há uma preocupação com a possibilidade de que a atividade científica seja vista de maneira simplista e linear.

O contraste nas visões sobre o método científico entre os participantes revela uma pluralidade de entendimentos. Um deles sugere que Galileu conseguiu estabelecer leis a partir de experiências, demonstrando uma perspectiva indutivista (T2). Não se trata, entretanto, de uma novidade, visto que a construção do conceito de método científico de forma linear e técnica está arraigada no próprio ensino de física, conforme afirma Bagdonas *et al.* (2010), quando entende que:

As visões inadequadas sobre a NdC encontradas por essas pesquisas são predominantemente ligadas à visão empírico-indutivista e ateórica, bem como à visão rígida e algorítmica da prática científica, que seria caracterizada pelo método científico universal (Bagdonas et al., 2010, p. 19).

Já outro participante enfatiza a necessidade de rigorosas medições, apresentando uma visão que pode parecer limitante, ao sugerir que a metodologia científica é a única via para o entendimento dos fenômenos (T5).

A provisoriidade do conhecimento científico, ou a ideia de que os conceitos de física foram modificados ao longo do seu desenvolvimento histórico, foi abordada em uma parte

significativa dos materiais elaborados. Esta também é uma das visões de NdC que são mais potencialmente desenvolvidas em contexto de ensino de HFC, pois se trata de uma característica do conteúdo científico bastante ligada ao seu desenvolvimento histórico. Sendo assim, as visões expressas pelos licenciandos foram nesse sentido.

- Visão adequada:

*[...] Note que estas definições são básicas ao ponto de que **mudanças em suas definições e estruturas ocasionariam mudanças em toda a física contemporânea**. Esta é em minha visão a principal característica de um conceito, eu os tenho com o a **espinha dorsal do conhecimento científico** (T2, grifo nosso).*

*A ciência não é construída individualmente, mas um trabalho em conjunto e em **constante transformação** (T3, grifo nosso).*

*O calórico foi assim o **mais efêmero dos conceitos** aqui abordados. Foi **influyente em grande parte do séc. XVIII, mas nos finais da década de 1790 já era óbvio que se tornara muito controverso** e em meados do séc. XIX **passara à História** (T5, grifo nosso).*

*Assim como os experimentos anteriores, este experimento possibilitou, **através de seu resultado negativo, a mudança do paradigma em que a física se encontrava** (T6, grifo nosso).*

- Visão inadequada:

*Após **inúmeras experiências sua hipótese foi comprovada e Galileu pode estabelecer a lei da queda dos corpos** (T2, grifo nosso).*

*Isso seria o **primeiro passo em direção à completa compreensão do fenômeno da combustão** – processo que na realidade envolve a combinação do oxigênio do ar com a substância que está a sofrer a queima (T5, grifo nosso).*

Sobre a categoria **Provisoriedade do Conhecimento Científico**, embora os excertos apresentados sejam exemplos ilustrativos do total de excertos encontrados em cada categoria, nos chama a atenção que esta característica foi bastante presente nos materiais, relatando que os licenciandos, em geral, se preocuparam em abordar no material didático sobre HF a provisoriedade do conhecimento científico. Os participantes reconhecem que este é um processo em constante transformação. T1 menciona que mudanças nas definições podem alterar toda a estrutura da física contemporânea, sublinhando que a ciência não é uma construção estática, mas sim um campo em evolução (T3 e T5).

Essa compreensão se alinha com as ideias de Popper (1975) e Kuhn (2009), que destacam a dinâmica da ciência e a necessidade de questionamento constante. Além de estarem epistemologicamente alinhadas, ainda carregam a relevância para a formação de professores de

física, uma vez que se trata de uma visão sobre a construção do conhecimento de física que, segundo Sobiechziak (2017), deve fazer parte do hall de conhecimentos do professor de física

Uma visão importante e que também faz parte da visão consensual de NdC nos referenciais teóricos é a compreensão de que o conhecimento científico é complexo, ou seja, a sua construção não se faz apenas com aplicação de um método ou com variáveis plenamente controláveis. Segundo a interpretação de Peduzzi e Raicik (2020):

Não pode haver ciência, ao menos na forma como ela vem sendo produzida, desde os seus primórdios, sem o pressuposto (metafísico) de que a natureza é inteligível. Em cada época, a ciência se desenvolve à luz de um contexto: filosófico, econômico, político, religioso. Mesmo tendo uma dinâmica própria, que move os cientistas à procura de respostas aos problemas que formulam e com os quais se deparam, ela não é imune, e nem independente dos dilemas e dos múltiplos interesses e valores que existem no meio (a sociedade) em que se encontra. Há influências e forças históricas, culturais e sociais sobre a ciência (McComas, 2004). Em consequência, existem, por exemplo, pesquisas que são apoiadas e outras desencorajadas, censuradas ou mesmo proibidas dependendo do contexto em que se encontram (p. 30).

Dessa maneira, foram encontradas poucas manifestações de conhecimento a esse respeito e todas elas consideradas adequadas, como é possível observar nos excertos exemplos abaixo.

- Visão adequada:

O pensamento humano se constrói de maneira complexa e os caminhos seguidos pelos paradigmas de cada época específica são intimamente relacionados à diversas características políticas, geográficas, ambientais, sociais, econômicas, entre outras. O pensamento científico não é diferente (T1, grifo nosso).

Essa busca, além de instigante, pode subsidiar os indivíduos na compreensão do mundo, por meio de uma análise mais crítica da realidade, diferentemente do senso comum (T2, grifo nosso).

Dificuldade de colocar essa evolução de uma forma delineada, por que o conceito de massa é muito subjetivo, complexo, ou seja, é difícil (T9, grifo nosso).

Desta forma, na categoria **Complexidade do conhecimento científico**, os fragmentos de T1, T2 e T9 reafirmam a complexidade do conhecimento científico, que está intrinsecamente ligado a uma variedade de fatores sociais e culturais. Essa compreensão nos leva a enxergar a ciência não como uma verdade absoluta, mas como um produto da interação entre o conhecimento humano e o mundo natural, moldada por contextos diversos e dinâmicos.

Embora seja uma visão muito importante na constituição dos elementos de NdC, o fato de que há incertezas no trabalho científico e a importância dessas incertezas na construção das

teorias físicas foi manifestada em poucos excertos dos trabalhos dos licenciandos, como a expressa a seguir.

- Visão Adequada:

Mas, sobretudo, o mais importante que a gente quer levar daqui é que o tempo é uma percepção. E essa percepção vai variar dependendo do ciclo que a gente está vivendo, da nossa mente e de onde estamos inseridos. Se a gente vivesse por 28 dias, a gente não viveria os ciclos, não teria como a gente conhecer as estações do ano, a gente iria conhecer apenas um ciclo lunar, então a gente não teria todo esse conhecimento que temos (T8, grifo nosso).

- Visão inadequada:

Não havia dúvidas, já que foi comprovada matematicamente (T6, grifo nosso).

Isso seria o primeiro passo em direção à completa compreensão do fenômeno da combustão – processo que na realidade envolve a combinação do oxigênio do ar com a substância que está a sofrer a queima (T5, grifo nosso).

Sobre esta categoria **Incerteza na interpretação humana sobre a natureza**, alguns participantes apresentam visões inadequadas de NdC quando sugerem em seus excertos que hipóteses podem ser “comprovadas” de forma absoluta (T5 e T6). No entanto, a participante T8 traz a luz a discussão desse constructo de maneira adequada. A participante revela que o tempo é uma percepção, e que esta percepção pode variar dependendo do referencial adotado. Caracteriza-se, portanto, uma visão adequada sobre a atividade científica, pois a ciência não é a cópia fidedigna da realidade, não é uma descrição absoluta sobre a natureza, mas sim, a tentativa de explicação sobre os fenômenos naturais.

Essa dicotomia revela a necessidade de uma abordagem crítica que reconheça a complexidade e a subjetividade na interpretação científica. Uma reflexão necessária a esse respeito envolve dois aspectos, sendo o primeiro deles em que medida esse aspecto foi enfatizado com os licenciandos durante as próprias aulas de HF. A pouca manifestação dessa visão sobre as incertezas, embora muito relevante na física, pode ter sido pouco explorada durante o processo formativo dos licenciandos que construíram os materiais escritos.

Ainda, há o fato de que esta característica da prática científica, ou seja, a visão de que a ciência é incerta em determinados momentos, em geral não faz parte do senso comum sobre ciência e física, podendo ser uma percepção mais difíceis de ser construída, mesmo em aulas de HF.

Já com relação a categoria **O papel da criatividade e da imaginação na atividade científica**, houve mais manifestações de visões inadequadas, principalmente aquelas que relacionam a criatividade com a genialidade de cientistas. É possível notar a intenção dos autores em comunicar que os cientistas são criativos.

- Visão Inadequada:

O bonito da ciência daquela época era de fato, não somente explicar os fenômenos observáveis, mas ir além, explicar os que não se observava e criar os conceitos mais delicados e precisos que temos hoje por causa da grande capacidade de abstração que conseguiam ter através da mente e da grande criatividade baseadas em uma lógica (T2, grifo nosso).

A mecânica de Newton foi um sucesso total, pois ele conseguiu a uma quantidade absurda de problemas, de forma qualitativa (T9, grifo nosso).

No excerto representado (T2), observa-se uma interpretação hiperbólica, evidenciada pelo uso dos adjetivos “grande”, “mais delicado” e “mais preciso” em relação a essas atividades. Essa escolha linguística destaca características da imagem do cientista, atribuindo-lhe qualidades de genialidade que o capacitam a explicar um conhecimento considerado infalível. Afinal, conforme escrito por T2, “a ciência daquela época criou os conceitos mais delicados e precisos que temos hoje”. De acordo com Gil-Pérez e colaboradores (2005), essas visões são deformadas em relação à ciência.

Além disso, é problemático afirmar que os conceitos formulados naquela época são os mais precisos que temos hoje. Segundo Martins (2006, p. 22), “gradualmente, as ideias vão sendo aperfeiçoadas por meio de debates e críticas que muitas vezes transformam totalmente os conceitos iniciais”. Portanto, não se pode afirmar que o trabalho desenvolvido naquela época seja, até hoje, o mais preciso, já que este foi refinado e modificado por meio de outras contribuições. Essa característica triunfalista e anacrônica também pode ser encontrada no excerto de T9 ao referir-se à construção genial da teoria pelo seu criador.

A categoria **Enraizamento social e cultural do empreendimento científico** diz respeito à uma compreensão que deve fazer parte do processo de construção dos conhecimentos científicos por futuros professores, mas que, concordando com Peduzzi e Raicik (2020), é uma característica da ciência que não se costuma abarcar dentre as visões de senso comum sobre o processo de construção da ciência. Trata-se, assim, de compreender que os conteúdos científicos, assim como sua consolidação, se dão também pelas influências sociais e culturais dos cientistas ou grupos. Exemplos de visões adequadas foram encontrados.

- Visão Adequada:

O tempo como a gente conhece de horas, minuto, segundos, meses, anos, são construções sociais que vieram para atender as necessidades do nosso avanço, da nossa sociedade, do mundo no geral (T8, grifo nosso).

As ideias Aristotélicas eram muito fortes neste período uma vez que tinham o apoio da igreja [...] (T1, grifo nosso).

E claro, como a igreja estava crescendo nesta época, e tinha grande influência na questão ética e moral da sociedade, este modelo de Ptolomeu foi bem defendido e

aceito pela igreja católica, pois se acreditava também que o homem e a criação (os animais, aves e o planeta Terra) deveriam estar no centro de toda a criação, baseado em textos bíblicos (T2, grifo nosso).

*A **Inquisição Medieval** aconteceu durante o século XII, sendo um dos períodos mais sombrios da história da humanidade, a Inquisição possuía como premissa a punição de rodo e qualquer tipo de heresia realizada **contra a Igreja. Inúmeros nomes da ciência sofreram por conta da Inquisição.** Giordano Bruno e Galileu Galilei foram exemplos disso. O primeiro foi queimado vivo e o segundo condenado à prisão domiciliar pelo resto da vida. **Nesse período da história, a ciência sofreu grandes golpes, estagnando-se consideravelmente** (T12, grifo nosso).*

*A ciência é um caminho que pode ser trilhado e que tem sofrido, no Brasil, uma série de **cortes de verbas e ataques balizados por interesses políticos** (T3, grifo nosso).*

***Após vender bens e negócios, dispôs de mais tempo e recursos para suas pesquisas, o que lhe rendeu uma reputação internacional** (T11, grifo nosso).*

Observando as manifestações dos licenciandos nesta categoria, os trechos extraídos revelam uma preocupação em destacar as intersecções entre a construção do conhecimento científico e as condições sociais, culturais, políticas e econômicas que a permeiam. Uma vez que além de buscar a compreensão dos fenômenos naturais, a ciência tem um papel fundamental na resolução de problemas que afetam nosso cotidiano. Portanto, as influências sociais exercem um impacto direto sobre o empreendimento científico. Vivemos em sociedade e, como tal, somos moldados pelas questões que nos cercam. Assim, a ciência não apenas é influenciada, mas também influencia a sociedade.

A importância dos fatores religiosos na trajetória científica é igualmente evidente. Os trechos destacados pelos participantes apontam que as ideias aristotélicas, sustentadas pela Igreja, moldaram o pensamento científico de uma época em que a moralidade e a ética estavam sob forte influência religiosa (T1 e T2). A Inquisição Medieval, ilustra como a ciência pode ser afetada por pressões sociais e religiosas, resultando em consequências trágicas para figuras como Giordano Bruno e Galileu Galilei (T12). Esses relatos evidenciam que, em determinados momentos, o poder da Igreja teve um impacto decisivo sobre a pesquisa e o desenvolvimento científico.

Ademais, os trechos que abordam fatores políticos e econômicos reafirmam a compreensão de que a ciência não opera em um vácuo. O apoio financeiro e político é imprescindível para a atividade científica. Um participante destaca que, no Brasil, a ciência tem sofrido cortes orçamentários e ataques motivados por interesses políticos, o que compromete os investimentos necessários (T3). Da mesma forma, o relato de outro participante revela que o acesso a recursos financeiros é crucial para o sucesso de suas pesquisas (T11). Essa

intersecção entre ciência e política não é uma questão isolada, mas reflete uma realidade mais ampla que transcende o tempo e o espaço.

As concepções abordadas pelos participantes da pesquisa, como observado por Lederman (2002), contemplam a visão de que a ciência é um empreendimento humano profundamente entrelaçado com o contexto cultural. A ciência, portanto, não é uma entidade isolada, mas um reflexo dos vários elementos sociais e culturais que a cercam.

Ao examinarmos a categoria **Perfil do cientista**, os excertos apresentados destacam a individualidade e a genialidade dos cientistas, representando-os como figuras solitárias em busca de descobertas. Essa visão, que enfatiza a objetividade e a genialidade, ignora a complexidade do trabalho científico, que muitas vezes é colaborativo e multifacetado. Neste caso, por exemplo, foram encontradas apenas visões inadequadas sobre o perfil do cientista nos trabalhos escritos pelos licenciandos.

- Visão adequada:

Apesar de Kepler ter proposto este primeiro modelo para as órbitas de serem elipses, não podemos atribuir a ele como o “descobridor” de tal ideia. Já se tinha documentos muito antes dele sobre uma mulher, uma neoplatônica grega, Egito romano. A primeira mulher documentada como chefe da escola platônica de Alexandria no qual também lecionou filosofia e astronomia. Apesar de não haver dados sobre Kepler ter tido acesso às suas obras e ideias, ele deduziu as mesmas ideias de Hepátia simplesmente pela matemática e observação dos dados de Brahe (T2, grifo nosso).

- Visão inadequada:

Era um jovem bastante tímido, não tinha muitos amigos, mal se socializava, então dedicou-se em investir no seu conhecimento (T2, grifo nosso).

*Newton ficou praticamente 18 meses **sozinho** em casa, e nesta época ele **fez avanços revolucionários, na matemática, na ótica** e começou a trabalhar no que se tornaria sua **grande obra**, a gravidade (T2, grifo nosso).*

*[...] depois de alguns anos os professores perceberam que o jovem Johannes **era um garoto brilhante** e foi enviado para a Universidade de Tubinga com excelentes notas escolares (T2, grifo nosso).*

*O próprio **genial** Sadi CARNOT (T5, grifo nosso).*

*Surge, então, **aquele que se tornaria o maior Físico experimental em eletricidade e magnetismo de todos os tempos**, Michel Faraday (T10, informação oral, grifo nosso).*

*Em 1794, **decidiu montar um dispositivo** onde se encontrava dois metais diferentes, sem o contato de qualquer tipo de tecido. **Como resultado de seu trabalho**, obteve a informação de que havia uma corrente elétrica circulando entre os dois metais (T11, grifo nosso).*

Na mesma direção, não há fragmentos nos trechos que sugerem quais foram os problemas que motivaram o trabalho desses personagens. Nesse sentido, a atividade científica aparece de forma caricaturada, masculina, empobrecida, aproblemática e ahistórica. A contribuição de uma figura feminina, como Hipátia, surge de forma superficial em um contexto predominantemente masculino, refletindo a necessidade de uma representação mais inclusiva na história da ciência.

A discussão do cientista como cidadão propenso às relações sociais, de poder e dinheiro, por exemplo, embora sejam muito presente nos casos históricos, ainda não é presente na imagem de cientista que os licenciandos optaram por privilegiar em suas escolhas didáticas. Bejarano, Audúriz-Bravo e Bonfim (2019, p. 979) refletem sobre essa visão idealizada de cientista que ainda permeia a divulgação científica.

Atores como relacionamentos pessoais tensos, disputa por obtenção de verbas para a pesquisa utilizando poder pessoal e influência, troca de favores nem sempre louváveis, são legitimamente outros aspectos da NOS que podem ser evidenciados a partir deste texto. Esses aspectos também servem para conferir um grau de “humanidade” aos cientistas que raramente se leva em conta.

Sendo assim, ainda há de se melhorar a forma como os conteúdos de física são construídos com os futuros professores mesmo em processos formativos de HF, visando a construção de uma imagem de cientista e físico mais condizente com a realidade vivida por eles em suas respectivas épocas.

Na categoria **Relações entre observações e teoria**, os destaques referentes as relações entre observações e teorias permite-nos inferir que o participante T1 considera que as bases de um conceito científico, ou seja, das teorias, podem estar na observação de fenômenos, na experimentação ou em outros trabalhos, caracterizando uma visão inadequada sobre o empreendimento científico, pois não considera que o papel das teorias na elaboração dos conceitos científicos precede as observações.

- Visão inadequada:

Os conceitos científicos podem ser definidos como construções baseadas na observação de fenômenos, experimentos, e principalmente, estruturados sobre uma infinidade de trabalhos desenvolvidos ao longo da história (T1, grifo nosso).

Embora tenha sido a categoria menos manifestada nos materiais, é importante destacar a relevância desta informação, uma vez que o processo de construção passa necessariamente pela relação entre observações e teorias nessa construção. Conforme argumenta Pumfrey (1991), “observação significativa não é possível sem uma expectativa pré-existente” (p. 69). Portanto, o trecho expressa uma concepção empírico-indutivista e ateórica, que defende o papel da observação e da experimentação “neutra”, negligenciando o papel essencial das hipóteses como direcionadoras da investigação e dos corpos coerentes de conhecimento (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo (Gil-Perez *et al.*, 2005, p. 45).

Ademais, é fundamental compreender que a relação entre observação e teoria envolve o reconhecimento de que os experimentos em física foram historicamente desenvolvidos a partir de referenciais teóricos previamente estabelecidos. Nesse sentido, espera-se que o estudante de licenciatura demonstre compreensão de que muitos experimentos históricos não foram originalmente concebidos com o propósito de formular novas teorias, mas sim elaborados e conduzidos à luz de estruturas teóricas já existentes, que orientaram sua concepção, realização e interpretação.

Melado (1997) nos ajuda a compreender essa contradição. O autor relata que por meio de seus trabalhos, nos quais investigou as concepções dos professores de ciências em formação inicial que tinham contato com visões de NdC, embora eles possuíssem concepções multifacetadas sobre a atividade científica, eram identificados momentos em que eles eram inseguros e contraditórios em suas declarações. Além disso, admitiam que nunca haviam refletido antes sobre essas questões.

Apresentadas as análises e as discussões dos resultados encontrados, nos cabe compreender o significado destas informações para a questão inicial de pesquisa, que pretendia compreender as possibilidades da estratégia formativa de escrita de materiais didáticos por licenciandos em aulas de HF na manifestação de concepções sobre NdC.

A análise evidencia que a formação inicial dos professores de física ainda apresenta desafios quanto à compreensão da NdC. A presença de visões inadequadas aponta para a necessidade de um trabalho mais aprofundado na formação docente, garantindo que os futuros professores transmitam uma concepção mais precisa e fundamentada sobre o funcionamento da ciência aos seus alunos. Ainda assim, dado o fato de que houve muitas manifestações de visões sobre NdC nos materiais escritos, trata-se de uma estratégia relevante de formação de professores de física para esses temas, conforme preconiza Moura (2014):

No entender dos autores, introduzir a natureza da Ciência no ensino é importante, por exemplo, para problematizar as visões inadequadas de estudantes e professores sobre a construção do conhecimento científico e para melhorar o aprendizado de conceitos e o interesse pela Ciência. Por fim, os autores destacaram a importância da NDC na formação de professores, discutindo estudos que indicaram mudanças nas concepções dos professores quando estes cursavam disciplinas específicas acerca do assunto (Moura, 2014, p. 38).

A análise dos excertos extraídos dos materiais didáticos elaborados pelos licenciandos revela uma diversidade de visões sobre a NdC entre os licenciandos em física. As visões inadequadas exemplificam concepções simplificadas e, por vezes, distorcidas do processo científico, enquanto as visões adequadas refletem um entendimento mais alinhado com os princípios epistemológicos dos referenciais teóricos, tais como a visão consensual de NdC. Por fim, esta discussão não é desvinculada do potencial formativo desse tipo de prática no que se refere a formação de professores de física.

Como o foco da pesquisa é também a formação inicial de professores de Física, é

relevante contribuir para a superação de visões inadequadas da NdC expressas nos materiais. A disciplina de História da Física, objeto de estudo dessa prática, deve problematizar e discutir de forma explícita os aspectos de NdC que permeiam as construções históricas de conceitos, conforme argumenta, por exemplo, Forato e Pietrocolla (2011):

Desse modo, quando se opta pelo uso da HC na educação científica, é necessário ter claro que qualquer narrativa histórica encerra uma visão da ciência e dos processos de sua construção (ALLCHIN, 2004; MARTINS, 2006a). Ao se construir, utilizar ou divulgar uma determinada versão da HC, está se propagando uma concepção de como a ciência foi construída (p. 30).

Dando os devidos detalhamentos a essa questão, percebemos que a recorrência de interpretações que atribuem aos experimentos a função de “comprovar” teorias sugere que a visão empírico-indutivista ainda se mantém presente na formação dos futuros professores que construíram esses materiais. Esse resultado reforça a necessidade de práticas formativas que problematizem explicitamente o papel da experimentação na construção do conhecimento científico, discutindo suas relações com hipóteses, modelos teóricos, criatividade e argumentação científica. Nesse sentido, a utilização de episódios históricos, como os já tratados na disciplina, que evidenciem controvérsias e interpretações distintas de um mesmo conjunto de evidências pode contribuir para uma compreensão mais sofisticada da atividade científica e para a superação de concepções empiristas sobre a ciência.

Esse resultado aponta para a necessidade de práticas formativas que promovam uma análise crítica das narrativas históricas tradicionalmente utilizadas no ensino de Física, problematizando discursos heroicos, individualistas e masculinizados da atividade científica. Uma estratégia para a ressignificação desses momentos seria, por exemplo, a utilização de histórias interrompidas (Schiffer; Guerra, 2019, Autores, 2025) como estratégia de problematização dessas histórias.

V. Considerações finais

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar como alunos em formação inicial da disciplina de física manifestam, de forma espontânea, seus conhecimentos sobre a Natureza da Ciência (NdC) na elaboração de um material didático produzidos por eles, utilizando como estratégia didática a História da Ciência para ensinar um conceito científico. Após a análise dos dados, entendemos que a contribuição primordial da pesquisa está em demonstrar que a produção de materiais didáticos sobre história da física por licenciandos pode revelar, de forma espontânea, concepções sobre a Natureza da Ciência, constituindo uma estratégia relevante tanto para investigação dessas concepções quanto para a formação inicial de professores de física.

A partir das análises dos materiais produzidos pelos licenciandos, verificamos que os licenciandos exploram 11 (onze) das 15 (quinze) categorias da NdC, utilizadas como referencial

nesse trabalho. Mais especificamente, foi possível encontrar nos trabalhos dos licenciandos a manifestação das categorias da NdC a seguir: O papel da experimentação para a ciência; O papel da comunidade científica; Desenvolvimento da ciência; Enraizamento social e cultural da ciência; Método científico; Perfil do cientista; Provisoriedade do conhecimento científico, Incerteza na interpretação humana sobre a natureza; Complexidade do Conhecimento científico; O papel da criatividade e da imaginação na atividade científica; e Relações entre observações e teorias. A análise dos dados possibilitou o reconhecimento de visões adequadas e inadequadas sobre esses elementos, provenientes dos materiais didáticos produzidos.

Contudo, pontua-se que a atividade se limitou em identificar essas mobilizações dos licenciandos de forma espontânea e explícita nos materiais. Dessa forma, não foram discutidos, durante a formação dos licenciandos, características quem compõe os elementos da NdC, dentro da abordagem escolhida. Além disso, destaca-se que os resultados possuem restrições, pois nem todo episódio histórico permite explorar diversos aspectos de NdC. Contudo, dada a possibilidade de identificar nos materiais produzidos pelos licenciandos suas visões adequadas e inadequadas de NdC, julgamos que esta prática formativa de professores de física carrega potenciais importantes como ferramenta de expressão de conhecimentos de NdC.

Também é possível identificar momentos nos quais os licenciandos revelam, visões adequadas e inadequadas sobre um mesmo aspecto da NdC. Isso se deve aos licenciandos ainda estarem em processo de formação e reflexão referente ao empreendimento científico. Além disso, os arcabouços de saberes sobre os processos da ciência são heterogêneos, multifacetados e plurais, o que requer uma formação que possibilite a reflexão e confrontações das visões inadequadas, ou mal-informadas sobre a ciência, já enraizadas. Uma vez que, essas visões são formadas também nas experiências cotidianas, seja pela educação científica formal, seja pelos meios de comunicação e divulgação midiáticas.

Dessa forma, os resultados obtidos por esta pesquisa indicam possibilidades de continuidade deste estudo. Aponta-se que, após ter identificado as principais formas de expressões espontâneas e explícitas dos licenciandos sobre os aspectos da NdC, seria importante acompanhar os professores investigados em suas práticas profissionais utilizando o material didático produzido por eles.

Os dados sugerem que a produção de materiais didáticos constitui uma estratégia promissora para tornar visíveis os conhecimentos sobre Natureza da Ciência mobilizados pelos futuros professores. Entretanto, os resultados também indicam que a simples realização dessa tarefa não é suficiente para promover a superação de concepções menos informadas sobre a atividade científica. Isso reforça a importância de processos formativos explícitos e reflexivos, nos quais os aspectos da Natureza da Ciência sejam discutidos, problematizados e avaliados de maneira intencional durante a formação inicial de professores de Física.

Por fim, ressalta-se a necessidade de uma análise mais aprofundada das relações entre os conhecimentos encontrados e não encontrados nessa pesquisa com o processo de formação de professores, pois os dados apresentados indicam que essas relações são consequências de

vivências dos licenciandos ainda na formação inicial. Explorá-las, portanto, podem trazer contribuições tanto nas formas pelas quais se ensina o conteúdo, quanto para o âmbito da formação de professores.

Referências

ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ, Á.; MARTÍN, M.; OLIVA, J. M.; ACEVEDO-ROMERO, P., PAIXÃO, F.; MANASSERO, M. A. Natureza de la ciencia y educación científica para la participación ciudadana. Una revisión crítica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p 121-140, 2005.

ADÚRIZ-BRAVO, A. **Una introducción a la naturaleza de la ciencia**: la epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2005.

AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 579-619, 2017.

BAGDONAS, A. *et al.* Discussões sobre a natureza da ciência em um curso sobre a história da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 9, p. 17-31, 2010.

BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BEJARANO, N. R. R.; ADÚRIZ-BRAVO, A.; BONFIM, C. S. Natureza da ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 4, p. 967-982, 2019.

CARVALHO, A. B. **Letramento Digital, Autoria e Colaboração em Rede**: os professores da educação básica e o papel das licenciaturas a distância na apropriação das tecnologias digitais. Recife: 2012.

EICHLER, M.; DEL-PINHO, J. C. História e filosofia da ciência na formação de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, 2020.

FORATO, T. C. M.; BAGDONAS, A.; TESTONI, L. A. Episódios históricos e natureza da ciência na formação de professores. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, número extraordinário, p. 3511-3516, 2017.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011.

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

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones: ¿necesidad o mito? **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 2, n. 3, p. 302-329, 2005.

GUERRA, A. **História e filosofia da ciência no ensino de física**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2009.

LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present and future. In: ABELL, S.; LEDERMAN, N. G. (org.). **Handbook of research on science education**. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

LEDERMAN, N. G. *et al.* Views of nature of science questionnaire: toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.

MARCELINO, A. G.; DALZOTTO, Í. L.; DENARDIN, L. Concepções sobre a Natureza das Ciências de estudantes do Ensino Médio por meio de uma unidade didática de Astronomia. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 38, n. 1, p. 171-176, 2026.

MARTINS, R. A. Como não escrever sobre História da Física - um Manifesto Historiográfico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, p. 113-129, 2001.

MARTINS, R. A. **Introdução: a história das ciências e seus usos na educação**. In: SILVA, C. C. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. 17-30.

MARTINS, R. A. Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 3, p. 703-737, dez. 2015.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A.; SILVA, A. C. A história e filosofia da ciência na formação de professores de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 4, 2018.

MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The nature of science in science education: an introduction. **Science & Education**, Dordrecht, v. 7, p. 511-532, 1998.

MCCOMAS, W. F. **The principal elements of the nature of science: dispelling the myths**. In: MCCOMAS, W. F. (Ed.). The nature of science in science education: rationales and strategies. Dordrecht: Springer, 1998. p. 53-70.

MELLADO, V. Preservice teachers' classroom practice and their conceptions of the nature of science. **Science & Education**, Dordrecht, v. 6, n. 4, p. 331-354, 1997.

MENDONÇA, P. C. C. De que conhecimento sobre natureza da ciência estamos falando? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20003, 2020.

MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

OLIVEIRA, R. A.; MARTINS, A. F. P.; SILVA, A. P. B. Temas de natureza da ciência a partir de episódios históricos: os debates sobre a natureza da luz na primeira metade do século XIX. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 37, n. 1, p. 197-218, abr. 2020.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 19-55, 2020.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: Cultrix, 1975.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PUMFREY, S. History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and aims. **British Journal for the History of Science**, Cambridge, v. 24, n. 1, p. 61-78, 1991.

RODRIGUES, C.; OLIVEIRA, F. J. L.; FERRAZ, V. G. L. Episódios Históricos e Aprendizagem Expansiva: o caso do lítio na compreensão da natureza da ciência e da tabela periódica. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 33, n. 1, p. 388-409, 2026.

ROZENTALSKI, E. F.; CAVALARI, M. F. (Orgs.). **História das ciências e da matemática na educação básica: ensino de casos históricos através da história interrompida**. 1. ed. São Paulo: LF Editorial, 2025.

SILVA, J. R. N.; SANTOS, A. L.; SILVA, G. A.; DAHORA, S. A. B. Construções conjuntas de práticas pedagógicas sobre ensino de física experimental entre docentes do ensino superior: análise do potencial de um grupo de planejamento conjunto. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 30, n. 1, p. 336-368, 2025.

DOI: 10.22600/1518-8795.ienci/2025v30n1p336.

Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/4244>.

SANTOS, M. C.; OLIVEIRA, D. S.; SIQUEIRA, M. R. P. Revisão Sistemática das produções sobre Natureza da Ciência e Física Moderna e Contemporânea no ENPEC. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática**, p. e025005-e025005, 2025.

SCHIFFER, H.; GUERRA, A. Problematizando práticas científicas em aulas de física: o uso de uma história interrompida para se discutir ciência de forma epistemológica-contextual. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 95-127, 2019.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. História da ciência e ensino de física: contribuições e desafios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 40, n. 3, 2018.

SILVA, L. F.; MARCONDES, M. E. R. Visões de ciência e natureza da ciência no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 20, n. 3, p. 47-67, 2015.

SOBIECZIAK, S. **História da física e natureza da ciência em unidades de ensino potencialmente significativas**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Florianópolis, 2017.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., O.; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á. *et al.* Consensos sobre a natureza da ciência: fundamentos de uma investigação empírica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, v. 4, n. 1, p. 42-66, 2007.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).