

## NATUREZA DA CIÊNCIA POR MEIO DE NARRATIVAS HISTÓRICAS: LIMITES E POTENCIALIDADES

*Nature of Science through historical narratives: limits and potentialities*

**Rilavia Almeida de Oliveira** [rilavia.almeida@gmail.com]

*Universidade Estadual da Paraíba  
Campina Grande, Paraíba*

**André Ferrer Pinto Martins** [aferrer34@yahoo.com.br]

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Natal, Rio Grande do Norte*

**Ana Paula Bispo da Silva** [silva.anapaulabispo@gmail.com]

*Universidade Estadual da Paraíba  
Campina Grande, Paraíba*

*Recebido em: 15/10/2020*

*Aceito em: 22/04/2021*

### Resumo

No contexto das pesquisas da área de ensino de ciências que defendem a História e a Filosofia da Ciência (HFC) como abordagem didática para problematizar aspectos da Natureza da Ciência (NDC) no ensino, este trabalho discute os resultados da aplicação de uma intervenção didática que teve como objetivo investigar as potencialidades e limitações de trabalhar temas de NDC com professores de Física em formação inicial, a partir de narrativas históricas, tomando como base os debates sobre a natureza da luz no início do século XIX. Para tanto, partimos das seguintes questões: Quais as potencialidades e dificuldades de trabalhar temas da NDC a partir de narrativas históricas? Como narrativas históricas podem fomentar a discussão e compreensão de temas da NDC? A intervenção didática constou da aplicação da narrativa histórica em um componente curricular do curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública. A análise dos dados forneceu indicativos de que a narrativa construída com base no episódio histórico contribuiu para a problematização efetiva de diversos temas da NDC. A maioria dos alunos apresentou uma boa compreensão acerca dos temas de NDC problematizados ao longo da proposta. No entanto, a intervenção também evidenciou a complexidade envolvida em trabalhos empíricos que envolvem NDC e HFC com professores em formação.

**Palavras-chave:** História e Filosofia da Ciência (HFC); Natureza da Ciência (NDC); narrativas históricas.

### Abstract

In the context of researches in science the teaching area that defend the History and the Philosophy of Science (HPS) as a didactic approach to problematize aspects of the Nature of Science (NOS) in education, this paper discusses the results of a didactic intervention that aimed to investigate the potentialities and limitations of working NOS' themes with physics teachers in initial training, employing historical narratives based on the debates about the nature of light in the nineteenth century. For this purpose, we start from the following questions: What are the potentialities and the difficulties to work with NOS' themes through historical narratives? How historical narratives can promote the discussion and the comprehension of NOS' themes? The didactic intervention consisted of the application of the historical narrative in a discipline of physics teachers' training course in a public university. The data analysis provided indications that the narrative based on the historical episode contributed to the effective questioning of several NOS' themes. Most parts of the students presented good comprehension about the NOS' themes questioned during the activity proposed. However, the intervention also highlighted the complexity around empirical work

involving HPS and NOS with teachers in training.

**Keywords:** History and Philosophy of Science (HPS); Nature of Science (NOS); historical narratives.

## Introdução

Nas últimas décadas, a expressão “Natureza da Ciência” se tornou bastante conhecida na área de ensino de ciências, figurando em diversas pesquisas acadêmicas e documentos oficiais da área, podendo ser considerada um *slogan* quando se trata de aspectos *sobre* a ciência. No entanto, uma definição acerca do que é Natureza da Ciência não é uma tarefa trivial. Além disso, na literatura nacional e internacional, é comum o uso de termos análogos à Natureza da Ciência, como, por exemplo, “saber sobre ciência” ou “ideias sobre a ciência”, “como a ciência funciona”, “epistemologia da ciência”, etc. Esses termos aparecem, inclusive, em trabalhos que utilizam também o termo Natureza da Ciência (Hodson, 2014; Martins, 2015; Moura, 2014; Rozentaliski, 2018).

De uma maneira geral, podemos dizer que discutir a Natureza da Ciência é abordar o que é a ciência, como ela é construída, perpassando a discussão a respeito do método científico, destacando-se que existe uma multiplicidade de formas como o trabalho científico é feito; como os cientistas atuam como um grupo social e como a própria sociedade influencia e reage a esforços científicos (Clough, 2007; Moura, 2014).

Neste trabalho discutimos a Natureza da Ciência (NDC) a partir do entendimento de que estudá-la “significa compreender como o homem constrói o conhecimento científico em cada contexto e em cada época, tendo como base suas concepções filosóficas, ideológicas e metodológicas” (Moura, 2014, p. 37).

A discussão entre os pesquisadores da área, tanto a nível internacional quanto a nível nacional, acerca da problemática de trabalhar apenas aspectos ditos consensuais sobre a NDC no ensino de ciências, ou seja, a crítica à chamada Visão Consensual da NDC, tem se acentuado nos últimos anos (Bagdonas, Rosentaliski, & Polati, 2015). Nesse sentido, buscamos abordar a temática da NDC em consonância às novas propostas de abordagens que objetivam uma discussão mais aprofundada para os aspectos que serão inseridos no ensino de ciências, em vez de princípios prontos e de caráter geral, tais como: abordagem por “temas” e “questões” (Martins, 2015); semelhança familiar (Irzik, & Nola, 2011, 2014); características da ciência (Matthews, 2012); campos teóricos estruturantes da filosofia da ciência (Adúriz-Bravo, Izquierdo-Aymerich, & Estany, 2002) e *whole science* (Allchin, 2011).

Mais especificamente, utilizamos a abordagem por “temas” e “questões” da NDC proposta por Martins (2015), que parte do pressuposto que uma consideração mais adequada da temática nos currículos de ciências deve partir de uma perspectiva mais aberta, plural e heterogênea. De acordo com a proposta, os temas de NDC devem ser abordados através de questões em vez de princípios. Mesmo onde existe consenso, é importante explorar a temática através de perguntas, para que os professores e estudantes de ciências possam compreender a natureza da ciência e seu caráter contextual (Martins, 2015).

Em termos de estratégias de ensino da NDC, a literatura tem evidenciado a relevância da História e da Filosofia da Ciência (via vinhetas, episódios, estudos de caso etc.), de controvérsias (históricas e/ou atuais), do ensino por investigação, argumentação, dentre outros (Martins, 2015).

Há uma estreita relação entre NDC e HFC, principalmente quando se trata da discussão de propostas para se contextualizar a educação científica. A quantidade significativa de trabalhos nessa interface NDC – HFC (Oliveira, & Silva, 2013) expõe que conteúdos históricos e filosóficos têm sido utilizados como potencial recurso pedagógico para trabalhar aspectos do desenvolvimento da ciência (Moura, 2014).

Dentre as formas de trabalhar a HFC no ensino de ciências, pesquisadores têm ressaltado o potencial das narrativas históricas. Nessa perspectiva, recentemente, diversos artigos acadêmicos buscam uma base teórica para a construção de narrativas científicas. Grande parte da literatura na área é de natureza teórica, tentando estabelecer características de narrativas que contribuirão para o ensino do conteúdo científico e da natureza da ciência. Exemplos de narrativas que foram usadas nas salas de aula também são encontrados (Avraamidou, & Osborne, 2009; Clough, 2011; Klassen, 2006, 2007, 2009; Klassen, & Froese Klassen, 2014; Metz, et al., 2007; Norris, et al., 2005; Schiffer, & Guerra, 2014)<sup>1</sup>.

A narrativa que é elaborada contém conceitos de ciência, bem como enfatiza a dimensão humanística desta, exigindo o uso da História da Ciência para formar a base das narrativas científicas (Klassen, & Froese Klassen, 2014). Embora a licença poética seja parte da escrita de qualquer narrativa, mesmo que baseada historicamente, os detalhes imaginários devem ser consistentes com a história. Nesse sentido, é essencial retratar o contexto histórico da época com precisão, através do uso de fontes originais e secundárias (Klassen, 2007, 2009).

Dentro dessas discussões, o presente trabalho apresenta os resultados da aplicação de uma intervenção didática que teve como objetivo principal investigar as potencialidades e limitações de trabalhar temas de NDC com professores de Física em formação inicial, a partir de narrativas históricas, tomando como base o episódio histórico que retrata os debates sobre a natureza da luz no início do século XIX.

Compreendemos *episódio histórico* como o estudo aprofundado de determinadas personalidades, períodos ou acontecimentos científicos. Corresponde ao estudo do desenvolvimento de determinadas teorias científicas atreladas ao contexto histórico em que foram propostas, valorizando as controvérsias e o papel desempenhado por diversos estudiosos na construção da ciência. Concordamos com Moura (2012), que define episódio histórico como:

Um conjunto de elementos relacionados entre si, de forma dependente ou independente, tendo um aspecto central comum. Por esta perspectiva, diferentes tipos de encadeamentos podem ser classificados como um episódio histórico, desde aqueles que ocorreram em um curto intervalo de tempo ou que envolveram um número pequeno de pessoas quanto aqueles que abrangeram décadas e estiveram relacionados às ideias de diversos indivíduos (MOURA, 2012, p. 95).

Cabe ressaltar que a defesa acerca da inserção de aspectos da NDC no ensino de ciências já se encontra bastante consolidada tanto na literatura da área, quanto em reformas curriculares. No entanto, pesquisas empíricas que visam investigar “*Como?*” inserir NDC no ensino ainda não atingiram o mesmo patamar de desenvolvimento. Nesse sentido, a presente investigação justifica-se, na medida em que pretende responder a esse questionamento, contribuindo, assim, para ampliar o

<sup>1</sup> Na literatura internacional é comum o uso do termo *story* para designar narrativa. A maioria dos autores consultados usam os termos *narrative* e *story* sem diferenciá-los. Apenas em Klassen e Froese Klassen (2014), observamos uma diferenciação entre *narrative* e *story*. No entanto, na língua portuguesa o uso da palavra “estória” não é recomendado. Nesse sentido, utilizaremos, em nossas discussões, o termo narrativa.

conhecimento existente na área. Para tanto, nos debruçamos sobre as seguintes questões: Quais as potencialidades e dificuldades de trabalhar temas da NDC a partir de narrativas históricas? Como narrativas históricas podem fomentar a discussão e compreensão de temas da NDC?

### O contexto da pesquisa e os procedimentos metodológicos

A intervenção didática<sup>2</sup> foi desenvolvida no primeiro semestre do ano de 2019 em duas turmas da disciplina de História da Ciência do curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública, sendo uma turma do período diurno e outra do período noturno, perfazendo um total de 26 licenciandos. A disciplina é semestral, com dois encontros semanais de 120 minutos cada. Destacamos que, ao iniciarmos a intervenção, os alunos já vinham participando da disciplina e habituados com a leitura prévia de textos para trabalhar em sala. Além disso, a professora responsável já havia abordado aspectos referentes à história da mecânica e da óptica no século XVIII.

Essa intervenção fez parte de uma pesquisa de natureza qualitativa, que pode ser caracterizada como um estudo de caso, uma vez que desenvolvemos o estudo de uma realidade específica. Trata-se de uma análise voltada a uma situação específica, única, com as características e particularidades do seu contexto de aplicação (Ludke, & André, 1986).

Nesse intuito, foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta de dados:

- 1) As notas de campo efetuadas pela professora-pesquisadora ao final de cada aula;
- 2) Gravação em áudio das discussões em sala;
- 3) Respostas dos alunos às questões de NDC (questionário);
- 4) Entrevistas individuais ao final do processo.

As gravações em áudio das discussões em sala, as respostas dos alunos ao questionário, bem como as gravações das entrevistas individuais constituíram o principal *corpus* de dados para análise sobre a viabilidade de trabalhar temas de NDC a partir de narrativas históricas.

A entrevista é um instrumento utilizado amplamente na pesquisa em torno da temática Natureza da Ciência, especialmente na forma semiestruturada (Hodson, 2014). Nesse tipo de entrevista, o pesquisador se orienta por um roteiro de questões que serve como uma lista dos temas a serem investigados, mas proporcionando liberdade ao entrevistador para explorar aspectos particulares que surgem no decorrer do diálogo com o entrevistado. Distingue-se da entrevista estruturada, na qual o entrevistador realiza as perguntas e o entrevistado as responde, sem que haja liberdade para ir além do que consta no roteiro de questões, diminuindo o grau de dialogicidade entre entrevistador e entrevistado.

### Detalhamento e análise da intervenção didática desenvolvida

A sequência didática elaborada nesta pesquisa é composta por 4 (quatro) encontros. O episódio histórico escolhido para problematizar os temas de NDC em sala foram os debates sobre a

<sup>2</sup> Inicialmente, fizemos uma intervenção piloto que, após análise, embasou a reformulação da segunda intervenção. No entanto, devido à quantidade limite de páginas permitidas, relatamos apenas a descrição e análise da aplicação final.

natureza da luz no início do século XIX, especificamente com referência aos contextos francês e britânico<sup>3</sup>.

Como ferramenta para trabalhar a interface entre o episódio histórico estudado e os temas de NDC na formação inicial de professores de física, construímos uma narrativa histórica, na qual: (1) retratamos a História da Ciência a partir das fontes primárias e secundárias analisadas no estudo do episódio histórico; (2) abordamos temas de NDC através de discussões explícitas e de questões de NDC deixadas ao longo do texto.

Tomamos como base os elementos-chaves para a construção das narrativas históricas obtidos a partir da leitura de Norris et al. (2005) e Klassen (2009) para pensar nossa narrativa intitulada “Desvelando a natureza da luz”<sup>4</sup>, em que abordamos as controvérsias sobre a natureza da luz dentro da comunidade científica no início do século XIX (Quadro 1).

**Quadro 1:** Elementos-chaves envolvidos na construção da narrativa: “Desvelando a natureza da luz”

| Elemento-chave    | Significado  | Narrativa: “Desvelando a natureza da luz”   |
|-------------------|--|---|
| Key-events        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• as narrativas consistem no relato de uma sequência de eventos que envolvem personagens em um determinado local e tempo;</li> <li>• envolvem um assunto unificado e interconectado.</li> </ul> | Na narrativa, tomando como pano de fundo a busca de um estudante para entender os debates sobre a natureza da luz na primeira metade do século XIX, retratamos os estudos sobre esse tema entre os anos 1800-1850.  |
| Narrador          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• seja um participante ou um observador, seleciona eventos e a sequência em são contados.</li> </ul>  | O narrador é um observador, às vezes, desempenhando um papel de comentador dos eventos relatados.   |
| Apetite narrativo | <ul style="list-style-type: none"> <li>• desejo de saber o que acontecerá depois;</li> <li>• incitado através de instâncias de desequilíbrio, suspense e suposições na narrativa.</li> </ul>   | O suspense da narrativa gira em torno de descobrir se a teoria ondulatória da luz conseguirá vencer o domínio da teoria corpuscular no meio científico, no início do século XIX.  |
| Tempo passado     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• as narrativas dizem respeito ao passado.</li> </ul>   | A narrativa retrata eventos que ocorreram com um estudante no século XXI. No entanto, o foco da narrativa é retratar eventos que ocorreram na França e na Grã-Bretanha, nas três primeiras décadas do século XIX.   |
| Estrutura         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• a estrutura da narrativa geralmente inclui uma introdução, uma ação crescente que inclui algum tipo de conflito, um clímax e uma resolução ou conclusão.</li> </ul>                           | A estrutura da narrativa se desdobra de acordo com a seguinte sequência: domínio da teoria corpuscular da luz (situação inicial) → avanço teoria ondulatória dentro do meio científico (desenvolvimento) → domínio da teoria ondulatória da luz a partir de meados da década de 1830 (resultado final). |
| Agentes           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• os atores causam e experimentam eventos em narrativas;</li> <li>• o papel do personagem principal é crucial e suas escolhas influenciarão no</li> </ul>                                       | A narrativa tem como personagem principal um jovem estudante, que juntamente com outros personagens, como o secretário da <i>Academie des Sciences</i> , discutem sobre as controvérsias em torno da natureza da luz no   |

<sup>3</sup> Para melhor entendimento sobre as discussões acerca da natureza da luz no início do século XIX, consultar: Oliveira (2019) e Oliveira, Martins e Silva (2020).

<sup>4</sup> A narrativa “Desvelando a natureza da luz” encontra-se disponível em Autor 1 (2019).

|                          |  |  |
|--------------------------|--|--|
|                          | desfecho da narrativa.   | início do século XIX.  |
| Propósito                | • comunicar conhecimento, sentimentos, valores e crenças.  | 1) Retratar os debates sobre a natureza da luz, no início do século XIX; 2) Abordar temas e questões da NDC.   |
| Leitor                   | • o ouvinte deve querer saber o que acontecerá a seguir, formulando perguntas em resposta à narrativa; • agente interpretativo.      | 1) A narrativa é destinada aos professores de ciências em formação, em especial de Física.<br>2) O leitor deverá se envolver com a narrativa, de modo que procure refletir sobre as questões de NDC que surgem ao longo dela.  |
| O efeito do não revelado | • contribui para o engajamento do leitor, uma vez que este procurará preencher os espaços em branco entre as informações fornecidas. | Diante da complexidade do episódio histórico fonte da narrativa, a mesma contém diversos aspectos não detalhados que contribuem para o engajamento do leitor.  |
| Ironia                   | • muitas vezes, as histórias terminam diferentemente do que o ouvinte é levado a acreditar no início.                                | A narrativa aborda, inicialmente, o predomínio da teoria corpuscular da luz no início do século XIX. Dessa maneira, o leitor será levado a acreditar que a teoria ondulatória não conseguirá “vencer” a teoria corpuscular da luz. No entanto, a narrativa toma outro desfecho no final. |

Nota: Quadro elaborado pela própria autora, tomando como base elementos narrativos propostos por Norris et al. (2005) e Klassen (2009).

Em relação às discussões sobre aspectos da NDC, em concordância com as defesas de Allchin (2010) e Clough (2011), buscamos promover uma reflexão explícita da NDC dentro da narrativa “Desvelando a natureza da luz”. Assim, incorporamos comentários e questões sobre a NDC, ao longo do episódio histórico.

Na intervenção didática, buscamos problematizar cinco temas de NDC tomando como base a narrativa histórica: 1) Questões morais, éticas e políticas; 2) A ciência como parte de uma cultura mais ampla (cultura científica/pressupostos epistemológicos do período); 3) Controvérsias históricas e contemporâneas na ciência; 4) Influências teóricas sobre observações e experiências; 5) Avaliação de teorias.

A partir da discussão histórica e dos temas de NDC nela envolvidos, objetivamos problematizar o desenvolvimento da ciência como parte da cultura de cada período, vinculando-o ao seu contexto histórico e social. Além disso, problematizar aspectos epistemológicos, como a complexidade existente no processo de avaliação entre teorias concorrentes, permeado por diversos fatores, sejam eles científicos ou não.

Na sequência, descrevemos as atividades desenvolvidas ao longo de cada encontro na intervenção didática.

### ***Primeiro encontro***

O primeiro encontro abordou aspectos do contexto sócio-histórico-cultural francês e britânico de fins do século XVIII e início do século XIX, tomando como base a exibição dos 30 minutos iniciais do filme “Germinal”.

Inicialmente, foi apresentada aos estudantes a proposta de intervenção que seria desenvolvida ao longo dos próximos encontros. Como se tratava de uma pesquisa, explicitamos que seria necessário fazer gravação em áudio das discussões ocorridas em sala. Assim, a professora-pesquisadora solicitou que assinassem o termo de livre consentimento. Nenhum dos estudantes se objetou a assinar o termo.

Na sequência, exibimos o trecho do filme “Germinal” e, posteriormente, discutimos aspectos do contexto social, histórico, econômico e cultural da França e da Inglaterra em fins do século XVIII e início do século XIX. Nesse momento, problematizamos os desafios pelos quais passava a sociedade francesa e inglesa no início do século XIX. Além disso, abordamos a relação entre o contexto socioeconômico da época e aspectos científicos do período (Heilbron, 2003; Hobsbawn, 2010).

De um modo geral, os alunos demonstraram interesse nas discussões. Ao longo da aula, embasada na apresentação de slides, os alunos interviam, ora recorrendo a conhecimentos que já possuíam, ora contextualizando com aspectos do próprio filme, ora com outros do período, como: desenvolvimento das máquinas a vapor; Revolução Industrial; Revolução Francesa; exploração do carvão mineral; surgimento da burguesia, etc. Consideramos que esse encontro conseguiu atingir seu objetivo de dar um panorama geral do contexto sócio-histórico-cultural francês e britânico de fins do século XVIII e início do século XIX e a relação com o estímulo dado à ciência no período.

### *Segundo e terceiro encontros*

O segundo e o terceiro encontros destinaram-se a abordar os temas de NDC a partir da discussão da narrativa histórica “Desvelando a natureza da luz”. Cabe ressaltar que solicitamos aos estudantes fazerem a leitura prévia da narrativa em casa, e que entregassem uma resenha da parte do texto objeto de discussão em cada encontro. A resenha fez parte da nota da unidade.

No segundo encontro houve a discussão da 1ª parte da narrativa histórica “Desvelando a natureza da luz”, para compreender os debates sobre a natureza da luz dentro do contexto científico francês do início do século XIX. Em termos de discussão dos temas de NDC, problematizamos: 1) Questões morais, éticas e políticas; 2) A ciência como parte de uma cultura mais ampla (cultura científica/pressupostos epistemológicos do período); 3) Influências teóricas sobre observações e experiências; 4) Avaliação de teorias.

O terceiro encontro, por sua vez, tratou da discussão da 2ª parte da narrativa histórica, para compreender os estudos sobre a natureza da luz dentro do contexto científico britânico do início do século XIX. Neste caso, problematizamos: 1) Questões morais, éticas e políticas; 2) A ciência como parte de uma cultura mais ampla (cultura científica/pressupostos epistemológicos do período); 3) Controvérsias históricas e contemporâneas na ciência; 4) Avaliação de teorias.

Esses dois encontros foram divididos em dois momentos. No primeiro, tivemos a discussão dialogada sobre o episódio histórico, partindo da narrativa histórica. No segundo, foram questionados, explicitamente, aspectos referentes aos temas de NDC<sup>5</sup> e formulamos um debate entre os alunos em sala. Os alunos apresentavam seus pontos de vista e discutiam entre si, enquanto a professora-pesquisadora mediava a discussão, problematizando as visões sobre NDC apresentadas.

---

<sup>5</sup> A problematização dos temas de NDC em sala será melhor abordada na próxima seção.

A maioria dos alunos presentes leu a narrativa histórica e entregou a resenha solicitada. As duas turmas demonstraram receptividade à narrativa, mencionando que a leitura havia sido instigante. Entre as falas, destacamos<sup>6</sup>:

*Eu acho assim, que o texto ele desperta o interesse de quem tá lendo, até mesmo uma pessoa que não seja de física, se ela pegar pra ler, eu acho que ela vai achar aquela discussão interessante (Encontro 2)*

As falas corroboraram nossa expectativa de que abordar o episódio histórico por meio de uma narrativa ficcional contribuiria para um maior engajamento na leitura e compreensão do texto e, conseqüentemente, uma melhor compreensão do episódio histórico.

A discussão de toda a narrativa foi mediada pela professora-pesquisadora, que a detalhou ponto a ponto. Inicialmente, os alunos não estavam muito abertos a falar. No entanto, a professora-pesquisadora procurou sempre questioná-los sobre aspectos da narrativa histórica, estimulando-lhes a fala. Dessa maneira, foram, aos poucos, apresentando aspectos da narrativa, e diversos questionamentos sobre o episódio, tais como:

*É, entre os corpuscularistas eles também defendiam uma ideia de éter? (Encontro 3)*

*Por que eles não conseguiram entender que a luz podia se comportar das duas formas? (Encontro 2)*

Alguns poucos alunos, no entanto, não participaram das discussões, permanecendo calados. Não haviam lido a narrativa previamente, nem entregue a resenha no início da aula.

Outro ponto a destacar é que ao longo da discussão foram apresentados aspectos sobre o episódio histórico que não constavam na narrativa, de forma a aprofundá-lo. Apontamos que é interessante que o professor que deseje utilizar a narrativa em situações de ensino procure conhecer detalhadamente o episódio histórico, uma vez que os alunos também fazem questionamentos, ao longo da aula, que vão além do conteúdo presente no texto.

Sobre as estratégias utilizadas durante a discussão da narrativa histórica e, conseqüentemente, problematização dos temas de NDC, gostaríamos de ressaltar que: 1) a divisão da aula em dois momentos, ou seja, promover discussões explícitas sobre os temas de NDC após a discussão da narrativa histórica; 2) a entrega da resenha da narrativa pelos alunos; 3) a quantidade de temas a serem trabalhados em cada encontro; 4) maior conhecimento do episódio por parte da professora-pesquisadora; 5) mediação da discussão pela professora-pesquisadora – são fatores que contribuiriam para um melhor desempenho nas atividades propostas.

### ***Quarto Encontro***

O quarto encontro destinou-se aos alunos responderem o questionário sobre Natureza da Ciência. O questionário constava de cinco questões, referentes aos cinco temas de NDC trabalhados na proposta, que deveriam ser respondidas individualmente e sem consulta (apêndice A).

Foi realizada uma análise geral dos vinte e um questionários respondidos nas duas turmas, que embasou a escolha dos alunos que seriam entrevistados. Após análise inicial dos questionários da turma da noite, dos sete alunos que responderam, decidimos entrevistar quatro que apresentaram

<sup>6</sup> Para garantir maior fidelidade, as falas dos alunos foram transcritas na íntegra.

uma maior participação em sala e responderam ao questionário de forma mais embasada na narrativa histórica estudada.

Após análise inicial do questionário da turma da manhã, identificamos que, dos quatorze questionários respondidos, apenas sete apresentaram uma maior argumentação de acordo com a narrativa e a discussão feita em sala. Esses questionários são justamente dos alunos que haviam lido a narrativa, feito as resenhas e apresentado uma maior participação nas discussões em sala. Entre esses sete alunos, decidimos entrevistar cinco.

Foram entrevistados um total de nove alunos (quatro da turma da noite e cinco da turma da manhã). Esclarecemos que o intuito da entrevista consistia em aprofundar a análise acerca do entendimento dos alunos sobre os temas de NDC trabalhados em sala. Nesse sentido, justificamos a escolha entre os alunos mais produtores, que mais participaram das atividades sugeridas, bem como responderam ao questionário tomando como base as discussões feita em sala. Assim, os nove alunos entrevistados proporcionariam um maior aprofundamento sobre a compreensão dos temas de NDC trabalhados em sala.

### *Entrevista*

A entrevista<sup>7</sup> semiestruturada foi dividida em duas partes. Na primeira, buscamos a opinião dos estudantes sobre a proposta como um todo. Assim, conversamos com eles sobre as atividades desenvolvidas em sala – leitura da narrativa histórica, estratégias utilizadas, questionário aplicado, dentre outros aspectos.

Ao conversarmos sobre o posicionamento sobre a proposta desenvolvida durante as aulas, pedimos que apontassem pontos positivos e pontos negativos. Entre os pontos positivos, temos:

*A parte da gente ler o texto antes, para ter uma certa base do que irá debater na sala, eu acho que, e também o uso da forma do texto que foi proposta pra gente, eu acho que já facilitou muito, eu acho que se eu fosse ler um texto sobre a mesma história sem ter o mesmo tipo de abordagem que teve esse, eu não teria tanto interesse pra ler... é uma história, só que uma história contada de maneira diferente, eu gostei dessa parte (Entrevista).*

*Ter trazido dois pontos de vista diferentes da história e não uma história linear, com cientistas e datas (Entrevista).*

Entre os pontos positivos, os alunos também citaram: 1) uma melhor perspectiva de participação em sala, que atraiu mais a atenção, de modo que as discussões enriqueceram o entendimento; 2) a explanação em sala da professora-pesquisadora contribuiu para um melhor entendimento do episódio histórico; 3) interação da professora-pesquisadora com os alunos, de modo que conseguiu envolver a turma; 4) novas informações trazidas para a turma, em termos de história; 5) a exibição do filme, dentre outros aspectos.

Entre os pontos negativos, dois alunos citaram as dificuldades que têm em dialogar, em apresentar seus pontos de vista. Enquanto outro citou pouca escrita no quadro e falta de slides. Cabe destacar, aqui, que só foram utilizados slides no primeiro encontro, de modo que os encontros para discussão da narrativa histórica consistiram nos debates em si.

<sup>7</sup> O roteiro da entrevista está disponível no apêndice B.

Durante a primeira parte da entrevista, os alunos também foram questionados sobre a leitura e interação com a narrativa histórica. Todos os alunos entrevistados pontuaram que gostaram da leitura do texto, destacando o caráter ficcional, a forma de diálogo em que a narrativa foi escrita, que era uma leitura simples, instigante, dentre outros aspectos. Entre as falas dos alunos, podemos citar:

*Acho que fixou mais na mente, porque quando a gente vai, vai ler uma história assim, que tem personagens ou tipo uma conversa, acho que isso puxa mais a atenção e nos faz imaginar a cena do que tá acontecendo lá no contexto (Entrevista).*

*Gostei. Principalmente da primeira, da parte do diálogo, porque eu achei interessante do início do embate de ideias dos alunos... Pra mim foi uma leitura leve, porque ia instigando o conhecimento e eu queria saber mais e mais e mais (Entrevista).*

A partir das falas dos alunos percebemos que a narrativa cumpriu seu propósito de instigar os alunos a compreenderem o episódio histórico, e ao mesmo tempo tornar a leitura acerca do episódio mais leve e dinâmica.

Ao serem indagados sobre a compreensão acerca do episódio histórico tomando como base a leitura da narrativa e as discussões em sala, todos os entrevistados afirmaram que conseguiram compreender bem a partir do que foi trabalhado.

Na segunda parte da entrevista, abordamos os temas de NDC trabalhados durante a sequência desenvolvida em sala<sup>8</sup>. Dessa maneira, os tópicos centrais do roteiro para a entrevista estavam diretamente relacionados aos cinco temas de NDC trabalhados durante a proposta.

Dessa forma, objetivamos que o estudante, através da linguagem oral, expusesse seu posicionamento acerca dos temas de NDC contemplados na proposta desenvolvida. Em suas falas, os alunos forneceram indícios de reflexão crítica e compreensão dos temas trabalhados, como discutiremos na próxima seção.

## **Análise e discussão sobre os temas de NDC**

Ao longo de toda a intervenção foram abordados cinco temas de NDC. Três desses temas foram problematizados nos dois encontros. Dessa forma, nossa discussão a seguir consistirá na análise de cada um desses cinco temas de NDC.

### **Questões morais, éticas e políticas**

A discussão desse tema de NDC no segundo e terceiro encontros problematizava o papel das instituições científicas do período, e o predomínio de determinados grupos no desenrolar dos debates sobre a natureza da luz.

No segundo encontro, estava direcionada à compreensão acerca da influência do programa laplaciano de pesquisa nas instituições científicas francesas do período, a exemplo da *Academia de*

<sup>8</sup> A análise da segunda parte da entrevista, bem como a análise das respostas dos alunos ao questionário serão abordadas na próxima seção, uma vez que versam sobre a problematização e compreensão dos temas de NDC abordados em sala.

*Ciências*, fato que contribuiu para uma expansão e predomínio da teoria corpuscular da luz entre 1800-1815 na França. No terceiro encontro, por sua vez, a ênfase estava na influência da “figura” de Isaac Newton na Royal Society à época das publicações de Thomas Young sobre a teoria ondulatória da luz, bem como o papel da Associação Britânica para o Avanço da Ciência nas discussões sobre a natureza da luz entre os britânicos na década de 1830.

Para adentrar na discussão, durante os encontros, a professora-pesquisadora questionou aos alunos: 1) *Como fatores políticos influenciam no processo de construção e aceitação das novas teorias científicas?*; 2) *Quais questões/fatores políticos podemos destacar como influenciando nos estudos sobre a natureza da luz, no episódio histórico visto na narrativa?*

Esse tema de NDC também foi abordado no questionário por meio da questão 1: *Você acredita que questões políticas (política científica) tenham influenciado no desenvolvimento e aceitação das teorias científicas, no período histórico analisado? Se sim, de que modo?*

De uma maneira geral, os alunos argumentaram bem acerca da influência de questões políticas no desenvolvimento dos estudos sobre a natureza da luz no período estudado. Os alunos defenderam a influência de fatores políticos na construção e aceitação de novas teorias, argumentando: 1) a interferência de questões políticas na divulgação e aceitação dos novos trabalhos, destacando a autoridade de alguns pesquisadores, a exemplo de Laplace; 2) que eles tendiam a financiar as pesquisas que corroboravam a visão deles sobre determinado assunto; 3) a influência da “figura” de Newton entre os britânicos; 4) a influência das sociedades científicas nas discussões sobre natureza da luz, à época; 5) a resistência à aceitação dos trabalhos que iam contra a doutrina aceita nas academias científicas na época; 6) modificação nos trabalhos no processo de divulgação, devido a essas questões políticas; dentre outros aspectos. Entre as falas dos alunos, podemos citar:

*Tipo, eu não sei se era só eu. Mas, eu tenho uma ideia que essas sociedades, elas seriam uma forma de mediação de tudo que era estudado. Mas, não era uma mediação, era confronto... confronto de ideias (Encontro 3)*

Entre as respostas dos alunos ao questionário, temos<sup>9</sup>:

*Questão 1 – Sim. No período histórico analisado podemos perceber que os estudiosos mais influentes tinham um certo controle sobre o que era publicado e aceito. A teoria ondulatória, por exemplo, e os trabalhos desenvolvidos utilizando ela, tinham muita dificuldade de serem publicados, já que o que predominava na comunidade científica era a teoria corpuscular. Outra razão para a influencia no desenvolvimento das teorias era o financiamento apenas nas teorias embasadas nos teóricos aceitos. Um exemplo para tal influência foi que o trabalho de Fresnel, para ser publicado numa revista da época, precisou sofrer modificações por Arago, para ficar o mais aceito possível pelos estudiosos (Questionário).*

Nas entrevistas, esse aspecto de NDC também foi problematizado. A argumentação dos alunos entrevistados seguiu a mesma linha que desenvolveram em sala e no questionário. A análise das falas na entrevista corroborou nosso entendimento de que os alunos captaram as principais influências políticas do período nos trabalhos sobre a natureza da luz. Entre as falas na entrevista, destacamos:

<sup>9</sup> As respostas escritas são transcritas na sua íntegra e, portanto, podem apresentar alguns problemas de origem gramatical e (ou) ortográfica.

*Sim, com certeza porque dependendo até do tipo de governo que exista num país é, ele vai influir né, há uns país que são mais fechados né, onde o governo tem um maior controle até sobre o que é pesquisado lá né, outros são mais abertos né, os cientistas, os filósofos né têm a liberdade para abordar qualquer assunto. Nesse caso em particular que a gente estudou tinha certo controle das sociedades científicas, tinha a Academia de Ciências na França, tinha a Royal Society na Inglaterra que elas mantinham e tinham uma influência né sobre o que era pesquisado ou não, até sobre o que era considerado científico ou não. Então, certamente a política tem uma influência né, até hoje ela tem uma influência, pelo menos na parte pública sobre o que é pesquisado né (Questionário).*

Enfim, após a análise da abordagem desse tema de NDC ao longo de toda a proposta (discussão nos encontros, questionário e entrevista) consideramos que os alunos, no geral, expressaram uma compreensão satisfatória da influência de questões políticas no desenvolvimento e aceitação das teorias científicas. Os alunos problematizaram o predomínio de determinados grupos em instituições científicas no processo de financiamento, divulgação e aceitação das teorias científicas, em especial de Laplace na Academia de Ciências na França e dos newtonianos dentro das instituições científicas britânicas.

### **A ciência como parte de uma cultura mais ampla (cultura científica/pressupostos epistemológicos do período)**

A abordagem desse tema de NDC no segundo e terceiro encontros problematizava os pressupostos epistemológicos do período no desenvolvimento e aceitação dos trabalhos sobre a natureza da luz. A discussão desse tema no segundo encontro direcionou-se à compreensão acerca da influência dos ideais laplacianos de quantificação e precisão nos trabalhos sobre natureza da luz entre Fresnel e seus contemporâneos. No terceiro encontro, por sua vez, enfatizamos o ideal indutivista de ciência muito presente entre os britânicos e sua influência nos estudos sobre a natureza da luz, no período considerado.

Para adentrar na discussão, durante os encontros, a professora-pesquisadora questionou aos alunos: *Como os pressupostos epistemológicos influenciaram no desenvolvimento dos trabalhos sobre natureza da luz por parte dos estudiosos, no período considerado?*

Esse tema de NDC também foi abordado no questionário, por meio da questão 2: *Como os pressupostos epistemológicos aceitos por determinada comunidade científica influenciam no desenvolvimento dos trabalhos científicos desenvolvidos por estudiosos dessa comunidade? Como esse aspecto se deu no episódio analisado?*

Durante a aula, os alunos, no geral, compreenderam bem a influência de aspectos epistemológicos no desenvolvimento e na aceitação das teorias de natureza da luz na época. Destacaram: 1) que as teorias da época deveriam ter um amparo experimental e matemático para serem aceitas; 2) a controvérsia entre os estudiosos que defendiam a experimentação como forma de construir o conhecimento e os estudiosos que admitiam o uso de hipóteses; 3) a forte defesa de comprovação experimental existente, bem como a rejeição ao éter dentro desse contexto empirista; 4) que o modo de fazer ciência dominante em determinada época induz, mesmo inconscientemente, o trabalho de estudiosos daquele período. Entre as falas:

*Porque de um lado defendiam mais a experimentação e do outro defendiam mais a adoção de hipóteses né (Encontro 3)*

Entre as respostas ao questionário, temos:

*Questão 2: Acredito que o mesmo está relacionado com o “fazer ciência” da época, por exemplo o meio científico da Inglaterra tinha uma forte ligação com a prática Indutivista (não lembro se é essa palavra), que é a necessidade de prática experimental, de testar a teoria que está sendo apresentada, isso afeto a teoria ondulatória, pois ela necessitava de um meio (éter) que não era possível de encontrar/determinar (Questionário).*

Ainda sobre esse tema, no segundo encontro, uma aluna afirmou que a matemática e a experimentação proporcionam uma prova, tornam o conhecimento mais válido e a pesquisa mais rica. Além disso, ressaltou que a matemática era considerada algo perfeito e imutável, nessa época. Por isso, os estudiosos da época acreditavam que a matemática enriquecia seus estudos. Então, a professora-pesquisadora buscou problematizar a visão que a experimentação comprova uma teoria científica. No entanto, outro aluno afirmou: “*eu só acredito se tiver um casamento entre essas duas partes*” [o aluno se refere à matemática e à experimentação].

Pode-se perceber, a partir da discussão anterior, a concepção arraigada entre os alunos de que a experimentação e a matemática tornam um conhecimento mais válido, comprovam uma teoria científica. Novamente, a professora-pesquisadora problematizou essa concepção, destacando a diversidade de formas inerentes à construção de teorias científicas por parte dos estudiosos. Diferentes fatores são levados em consideração, como: análise de trabalhos desenvolvidos por outros estudiosos e experimentos mentais, a exemplo das experiências mentais de Young<sup>10</sup>.

Na entrevista, os alunos argumentaram bem acerca da influência dos pressupostos epistemológicos do período nos trabalhos sobre a natureza da luz, destacando, especialmente, o ideal empirista de ciência da época e a rejeição do éter. Entre as falas, podemos destacar:

*Na França eles tinham mais um aspecto teórico né, de matemática, tinha que ter uma explicação matemática né pra determinado fenômeno... Já na Inglaterra havia mais empirista né, tinha que haver uma observação né dos fenômenos né, e um experimento pra demonstrar um aspecto da teoria, digamos. Então, certamente esses pressupostos influenciavam né e alguns não eram considerados ciências né, a questão do éter na Inglaterra havia uma resistência muito grande a aceitação do éter porque ele não era observado né, detectado (Questionário).*

Com base na análise das gravações em áudio dos encontros, as respostas ao questionário e a fala dos alunos durante a entrevista, consideramos que esse tema foi bem problematizado a partir da discussão da narrativa histórica, uma vez que, no geral, os alunos conseguiram compreender as principais defesas epistemológicas do período e sua relação com os trabalhos sobre a natureza da luz. Eles destacaram a influência do ideal empirista de ciência da época na construção dos trabalhos e na difícil aceitação do éter e, conseqüentemente, da teoria ondulatória da luz.

### **Influências teóricas sobre observações e experiências**

Ao longo da abordagem desse tema de NDC no segundo encontro, problematizamos a ideia de observação/experimentação neutra, livre de expectativas e teorias pré-existentes, a partir do debate acerca da influência de concepções teóricas sobre a natureza da luz no processo de experimentação por parte dos estudiosos da época.

<sup>10</sup> Diversos experimentos citados por Thomas Young em seus trabalhos sobre a teoria ondulatória são apenas idealizações e não experimentos reais feitos em laboratório.

A discussão em sala foi conduzida pela professora-pesquisadora a partir do seguinte questionamento: *Qual papel da experimentação vocês atribuem na construção da ciência? Uma experimentação pode ser feita livre de uma expectativa a priori, de uma teoria pré-existente, tomando como base o episódio histórico que discutimos?*

Esse tema de NDC também foi abordado no questionário, tomando como base a questão 3: *A teoria influencia a observação dos fenômenos e/ou a análise de experimentos? Justifique sua resposta a partir da narrativa histórica trabalhada em sala.*

Sobre a problematização desse tema de NDC, a maioria dos alunos apresentou uma argumentação geral de que a teoria influencia a observação dos fenômenos, uma vez que o pesquisador parte de uma teoria estudada anteriormente para analisar dado fenômeno.

*Eu acho que não, porque eu acho que sempre tem que partir da alguma crença, de algo que você já tá pensando, vai utilizar alguma coisa que já é descoberto (Encontro 2)*

*Questão 3: A teoria influencia a observação dos fenômenos e na análise do experimento, pois tanto na observação quanto na análise, nós partimos de um conhecimento prévio. (Questionário)*

*Questão 3: Sim, influencia. A observação ou construção de experimentos não estão livres de nossas intenções, opiniões pessoais, e concepção de mundo. Com isso, ao ser feito um experimento, quem o faz pode estar manipulando-o para obter os resultados esperados ou apenas observando características selecionadas (Questionário).*

Um ponto interessante de destacar foi a posição defendida por um aluno, mesmo após toda discussão em sala. Novamente, a professora-pesquisadora questionou se os alunos acreditavam que é possível construir um experimento sem uma expectativa *a priori*, sem um conhecimento teórico prévio. Esse aluno respondeu:

*Eu acho que sim... porque é, por exemplo, é, eu quero fazer uma coisa que não tenha nenhum embasamento teórico, por exemplo, aí a partir disso eu posso tá descobrindo novas coisas (Encontro 2)*

Então, a professora-pesquisadora questionou se todo conhecimento que ele já possui não vai influenciá-lo.

Os próprios colegas da turma interviram na discussão:

*Mesmo que seja algo que você não esperava, você vai tentar explicar a partir de algo que você acredita (Encontro 2)*

*Mesmo que não seja algo que eu não criei, a interpretação daquilo que eu não criei, só vi, sem eu ter planejado aquilo, eu vou interpretar com uma coisa que eu já conheço, com uma base que eu tenho (Encontro 2)*

Por fim, o aluno concordou com o ponto de vista defendido pelos colegas e pela professora-pesquisadora. Afirmou que a discussão havia feito ele repensar seu ponto de vista.

Entre as respostas do questionário, três alunos ainda apresentaram a concepção de que a teoria advém da experimentação. Dentro de uma argumentação mais geral sobre a influência de teorias pré-existentes na observação, identificamos os seguintes trechos:

*(...) ao observar cria-se determinados questionamentos para daí então partir para a experimentação (...)* (Questionário)

*(...) E também a partir dos resultados dos experimentos podem ou não ser criadas novas teorias de acordo com os resultados obtidos, ou criar teorias que expliquem o que ocorreu no experimento (...)* (Questionário)

*(...) Caso surja uma nova descoberta é preciso você estudar mais a fundo para tentar descobrir o que é aquilo (...)* (Questionário)

Nos trechos anteriores, é possível identificar a dificuldade em quebrar com essa visão estereotipada de que a experiência é o ponto de partida de novos conhecimentos.

Nas entrevistas, os alunos argumentaram sobre a influência de conhecimentos teóricos prévios na análise dos fenômenos e na construção dos experimentos.

*Sim, porque é muito difícil, é impossível você desvencilhar-se de tudo da sua vida anterior sobre as teorias, sobre alguns conhecimentos. Então mesmo que seja pouco assim, pouco evidente algumas linhas teóricas acaba que você acaba direcionando seu modo de ver o experimento, a observação. Isso acontecia várias vezes quando tentava analisar algum fenômeno a partir do modo como ele concebia aquele experimento através das ideias que eram discutidas anteriormente* (Entrevista).

Em resumo, a partir da análise da problemática desse tema em sala de aula e no questionário é possível identificar que conseguimos, de um modo geral, problematizar o papel de concepções teóricas prévias no processo de observação dos fenômenos e experimentação. No entanto, a concepção que a teoria advém da experimentação ainda é muito presente entre os estudantes. Nesse sentido, não é fácil romper com essa visão de ciência presente entre os alunos.

Durante a entrevista, por sua vez, observamos que os alunos desenvolveram uma argumentação mais detalhada sobre a influência de concepções teóricas na observação dos fenômenos e no processo de experimentação.

## **Avaliação de teorias**

A problematização desse tema de NDC, no segundo e terceiro encontros, abordou a complexidade existente no processo de avaliação entre teorias científicas, permeado por diversos fatores: conceituais, políticos, epistemológicos.

Para adentrar na discussão desse tema, nos encontros, a professora-pesquisadora questionou: *Na concepção de vocês, como ocorre o processo de avaliação entre teorias científicas? Quais fatores estão envolvidos nesse processo?*

O tema de avaliação de teorias foi abordado no questionário por meio da questão 5: *Como ocorre o processo de avaliação entre teorias concorrentes? Quais fatores influenciam nesse processo? Exemplifique a partir do episódio analisado.*

Ao longo da discussão e nas respostas ao questionário, os alunos destacaram que o processo de avaliação entre teorias científicas é um processo lento e complexo, citando os diversos fatores envolvidos: 1) influência e aceitação dentro da comunidade científica; 2) contexto em que as teorias são desenvolvidas; 3) influências políticas; 4) questões epistemológicas; 5) abrangência conceitual; 6) influência das academias científicas. Entre as falas:

*As políticas tanto científica quanto pública, é, vamos dizer, a forma como foi feita essa teoria, se teve embasamento é relacionado como a ciência é feita, essas coisas aí (Encontro 3)*

Entre as respostas ao questionário, temos:

*Questão 5: Ocorre por meio do maior número de fenômenos explicados por determinada teoria. Entretanto, essa validação tem influência de fatores políticos, epistemológicos, econômicos e até mesmo dos relacionamentos. Alguns exemplos mencionados durante a narrativa dos textos, mostram a influência desses fatores “secundários”, como no caso de Arago que passou a defender a teoria ondulatória e ajudou Fresnel na publicação de seus trabalhos, também a influência do incentivo na pesquisa científica no projeto laplaciano (Questionário).*

Alguns alunos destacaram uma maior abrangência de fenômenos explicados, bem como uma comprovação experimental no processo de avaliação entre teorias:

*A que abrange mais coisas consideradas certas, por exemplo, se eu tenho uma teoria hoje, então vem uma amanhã ela abrange um tema a mais do que aquela, então, ela vai estar mais certa do que a que tinha antes (Encontro 3)*

*Se ela foi comprovada... experimental (Encontro 3)*

Então, a professora-pesquisadora problematizou a ideia de comprovação experimental, bem como os diversos fatores envolvidos na avaliação de teorias, destacando a complexidade envolvida nesse processo.

Nas entrevistas, os alunos também destacaram a influência de fatores políticos e epistemológicos na avaliação entre teorias. Argumentaram que é um processo lento e envolve além de aspectos conceituais, como maior abrangência ou corroboração experimental da teoria, aspectos relacionados ao contexto em que a mesma é desenvolvida. Entre as falas, temos:

*Minha concepção anterior sobre a validação das teorias era assim, muito baseada na experimentação, tudo que assim no caso, a ciência ela, o conhecimento que mais explica os fenômenos, ela é a mais aceita. O que eu pude perceber é que não é bem assim. Além dos experimentos, boa parte assim terem alguma influência, tem também questões de relacionamentos, é, questão do contexto histórico, econômico e social mesmo influência também. Então é assim não é só a experimentação, mas também o contexto geral onde tá sendo aquele estudo (Entrevista).*

O processo de avaliação entre teorias foi um tema bom de ser problematizado ao longo da proposta, uma vez que permeia toda a narrativa histórica trabalhada em sala. No entanto, percebemos entre parte dos alunos uma concepção de que a avaliação entre teorias ocorre, exclusivamente, por meio da teoria que explica um maior número de fenômenos ou tem uma maior comprovação experimental.

## **Controvérsias históricas na ciência**

A narrativa histórica trabalhada em sala retrata a controvérsia sobre a natureza da luz no início do século XIX. Dessa maneira, na discussão explícita desse tema no terceiro encontro,

problematizamos a controvérsia retratada na narrativa, bem como a existência de controvérsias no desenvolvimento da ciência, de uma forma geral.

Durante o debate desse tema em sala, a professora-pesquisadora questionou os alunos a respeito do quê o episódio histórico estudado como um todo retratava, estimulando a discussão acerca da controvérsia retratada na narrativa.

No questionário, esse tema foi abordado a partir da questão 4: *As controvérsias, a exemplo da que trata a narrativa, estão sempre presentes no desenvolvimento do conhecimento científico? Justifique sua resposta.*

A maioria dos alunos argumentou bem acerca da presença de controvérsias na construção do conhecimento. Os alunos destacaram a disputa entre as teorias ondulatória e corpuscular, bem como: 1) argumentaram que a ciência é dinâmica, de modo que não se pode esperar linearidade nesse estudo; 2) citaram controvérsias ao longo da História da Ciência (ex.: heliocentrismo *versus* geocentrismo); 3) argumentaram que o conhecimento é construído por diversos estudiosos que, geralmente, discordam no estudo dos fenômenos; 4) defenderam que a existência de controvérsias contribui para o desenvolvimento e avanço das teorias científicas, uma vez que estimulam os estudiosos a aperfeiçoarem suas teorias; 5) ressaltaram a influência de questões epistemológicas, políticas e a busca por aceitação dentro da comunidade científica. Entre as respostas ao questionário, temos:

*Questão 4: Sim, pois a controvérsia que existiam acerca da natureza da luz no século XVIII e XIX entre a teoria ondulatória da luz e a teoria corpuscular da luz faziam parte do desenvolvimento do conhecimento científico, pelo fato que haviam vários debates sobre a teoria ondulatória e a teoria corpuscular, proporcionando estudos mais avançados e incentivando outros cientistas a entender os fenômenos da luz, ou seja, o conhecimento científico é fruto das controvérsias, se um cientista acredita ou não naquilo que é publicado, as hipóteses, experimentações, debates realizados na comunidade científica, enfim, as controvérsias foram bastante relevante para poder entender a natureza da luz. Embora as duas teorias fossem bastante questionadas, não era mostrado se uma era certo e outro era errado, tinham essas duas concepções que eram base para o desenvolvimento futuros da natureza da luz (Questionário).*

Na entrevista, os alunos também argumentaram que as controvérsias estão sempre presentes no desenvolvimento da ciência, citando controvérsias ao longo da história da ciência e ressaltando que as mesmas ajudam na construção do conhecimento, pois o debate gera questionamentos e perguntas, bem como os estudiosos procuram aperfeiçoar suas teorias para defender seus pontos de vista.

*Principalmente a, digamos que a briga entre os dois extremos, acho que ficou bem evidente nos dois textos que a gente leu, que é no caso foi uma continuação do outro, ficou bem evidente que num é, que os conflitos entre os dois grupos fizeram com que criasse a teoria que se tem hoje, porque imagina só se tivesse, todo mundo ficasse só de um lado, aí não ia desenvolver o conhecimento que é tido hoje (Entrevista).*

Enfim, após análise geral das ideias dos alunos acerca desse tema de NDC na aula, no questionário e na entrevista, acreditamos que os alunos compreenderam, em linhas gerais, a dinamicidade envolvida no fazer científico, de modo que os debates entre teorias conflitantes fazem parte da construção do conhecimento científico.

## Considerações finais

Pesquisas empíricas sobre a inserção de aspectos da NDC no ensino de ciências são ainda incipientes no contexto nacional. Nessa perspectiva, o presente trabalho contribuiu na medida em que investigou aspectos sobre “*Como?*” inserir NDC no ensino, visando, de um modo geral, investigar as potencialidades e dificuldades de trabalhar temas da NDC a partir de narrativas históricas.

A análise da intervenção didática forneceu indicativos de que a narrativa histórica construída com base no episódio histórico contribuiu para a discussão efetiva de diversos temas da NDC durante a problematização ocorrida em sala.

Entre as potencialidades de abordar temas de NDC por meio de narrativas históricas, observamos o engajamento/envolvimento dos alunos com a leitura da narrativa “Desvelando a natureza da luz”, devido a seu caráter ficcional. Durante as aulas, nas entrevistas, bem como nas resenhas entregues, os alunos sempre destacaram que gostaram da narrativa – leitura instigante e com linguagem simples.

No entanto, salientamos a importância de que o professor que deseje utilizar a narrativa histórica em situação de ensino possua um conhecimento mais amplo acerca do episódio histórico abordado – o conhecimento da professora-pesquisadora acerca do episódio histórico foi importante para aprofundar diversos aspectos da narrativa, bem como para responder dúvidas apresentadas pelos alunos durante a discussão.

Após análise geral, consideramos que a proposta atingiu seu objetivo primordial de abordar temas de NDC tomando como base a narrativa histórica. No entanto, reconhecemos que não é uma tarefa fácil problematizar concepções de NDC arraigadas no repertório dos estudantes.

No geral, os alunos que não participaram das aulas e não leram a narrativa apresentaram respostas vagas ao questionário, sem qualquer embasamento a partir do episódio histórico, além de apresentar concepções problemáticas sobre NDC. Contudo, alguns alunos, mesmo tendo lido a narrativa histórica e participado das aulas, ainda apresentaram concepções problemáticas de aspectos da NDC no questionário, o que concorda com resultados de pesquisas já disponíveis na área acerca da dificuldade que os alunos têm em superar visões distorcidas sobre o fazer científico.

No entanto, a maioria dos alunos que participaram efetivamente da proposta desenvolvida (leram a narrativa, entregaram a resenha, participaram das discussões em sala) apresentaram uma boa compreensão acerca dos temas de NDC, como pode ser percebido na argumentação por eles desenvolvida nas respostas ao questionário, bem como nas entrevistas. Foi possível perceber, na argumentação deles, uma visão de ciência mais próxima de algumas das reflexões delineadas por historiadores e filósofos da ciência contemporâneos, sempre embasando seus pontos de vista em aspectos discutidos no episódio histórico estudado.

Dessa maneira, destacamos o engajamento dos estudantes como fator determinante, uma vez que percebemos, a partir dos dados coletados, que a leitura prévia da narrativa, bem como a participação nas aulas, foram fatores preponderantes na compreensão acerca dos temas de NDC.

Gostaríamos ainda de ressaltar que o desenvolvimento de uma proposta balizada pela dialogicidade e pela problematização proporciona uma maior participação dos estudantes. A fala dos alunos durante as entrevistas evidenciou o quanto a proposta utilizada era diferente do que eles estavam habituados nas aulas expositivas tradicionais presentes na maioria das disciplinas cursadas ao longo de suas vidas acadêmicas. No entanto, destacamos que eles demonstraram ter gostado de assumir essa nova postura de se posicionar criticamente durante as discussões ocorridas em sala.

Por fim, ressaltamos que a pesquisa mostrou a viabilidade em abordar temas de NDC a partir de episódios históricos. Além disso, que narrativas históricas ficcionais são boas ferramentas para levar essa interface para a sala de aula. No entanto, também é necessário ressaltar que essa não é uma tarefa trivial e que envolve muitos desafios a serem enfrentados, entre eles, a mudança nas concepções de ciências já presentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Nesse sentido, salientamos que a aprendizagem acerca da NDC é um processo longo e lento. Dessa maneira, abordagens pontuais, como a nossa, são importantes, mas não se mostram suficientes para provocar mudanças significativas nas concepções de NDC presentes entre os alunos, de modo que é muito importante que iniciativas que promovam a inserção de aspectos da HFC no ensino para trabalhar aspectos da NDC estejam presentes em diversos momentos dos cursos de formação de professores.

## Referências

- Adúriz-Bravo, A., Izquierdo-Aymerich, M., & Estany, A. (2002). Una propuesta para estructurar la enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias em formación. *Ensenanza de las Ciencias*, 20(3), 465–476.
- Allchin, D. (2010). From Rhetoric to Resources: New Historical Problem-Based Case Studies for Nature of Science Education. 1ª IHPST-LA, Maresias, SP.
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- Avraamidou, L., & Osborne, J. (2009). The Role of Narrative in Communicating Science. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1683-1707.
- Bagdonas, A., Rozentaliski, E., & Polati, F. (2015). Controversial aspects of the construct NOS in the Ibero-American Science Education journals: a literature review. IHPST 13th Biennial International Conference, Rio de Janeiro, RJ.
- Clough, M. P. (2007). Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students: questions rather than tenets. *The Pantaneto Forum*, 25. Acesso em 21 out., 2016, <http://www.pantaneto.co.uk/issue25/front25.htm>.
- Clough, M. P. (2011). The Story Behind the Science: Bringing science and scientists to life in postsecondary science education. *Science & Education*, 20(7), 701–717.
- Forato, T. C. M., Pietrocola, M., & Martins, R. A. (2011). Historiografia e Natureza da ciência na Sala de Aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59.
- HEILBRON, J. L. (2003). História da Ciência. In J. L. Heilbron (Ed), *The Oxford Companion to the History of Modern Science* (pp. 370-374), Tradução: Leyla Mariane Joaquim. Revisão: Olival Freire. New York: Oxford University Press.
- HOBSBAWN, E. J. (2010). *A Era das Revoluções: 1789-1848* (pp. 435-465). Tradução de Maria Tereza Teixeira e Marcos Penchel. São Paulo: Paz e Terra.
- Hodson, D. (2014). Nature of Science in the Science Curriculum: Origin, Development, Implications and Shifting Emphases. In M. Matthews (Ed.) *International handbook of research in*

*history and philosophy for science and mathematics education* (pp. 911-970). Berlin: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8\\_47](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_47).

Höttecke, D., & Silva, C. C. (2011). Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. *Science & Education*, 20, 293-316.

Irzik, G., & Nola, R. (2011). A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, 20 (7-8), 591-607.

Irzik, G., & Nola, R. (2014). New Directions for Nature of Science Research. In M. Matthews (Ed.) *International handbook of research in history and philosophy for science and mathematics education* (pp. 999-1022). Berlin: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8\\_47](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_47).

Klassen, S. (2006). A theoretical framework for contextual science teaching. *Interchange*, 37, 31–61.

Klassen, S. (2007). The application of Historical Narrative in Science Learning: The Atlantic Cable Story. *Science & Education*, 16, 335-352.

Klassen, S. (2009). The construction and analysis of a science story: a proposed Methodology; *Science & Education*, 18 (3-4), 401-423.

Klassen, S., & Froese-Klassen, C. (2014). Science teaching with historically based stories: theoretical and practical perspectives. In M. Matthews (Ed.) *International handbook of research in history and philosophy for science and mathematics education* (pp. 1503–1529). Berlin: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8\\_47](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7654-8_47)

Lüdke, M., & André, M.E.D.A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.

Martins, A. F. P. (2015). Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 32 (3), 703-737.

Matthews, M. R. (2012). Changing the Focus: From Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In M. S. Khine (Ed.) *Advances in Nature of Science Research: Concepts and Methodologies* (pp. 3-27). Berlin: Springer.

Metz, D., Klassen, S., Mcmillan, B., Clough, M., & Olson, J. (2007). Building a Foundation for the Use of Historical Narratives. *Science & Education*, 16, 313–334.

Moura, B. A. (2014). O que é natureza da ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da ciência? *Revista Brasileira de História da ciência*, 7 (1), 32-46.

Norris, S. P., Guilbert, S. M., Smith, M. L., Hakimelahi, S., & Phillips, L. M. (2005). A theoretical framework for narrative explanation in science. *Science Education*, 89 (4), 535–563.

Oliveira, R. A (2019). *Natureza da Ciência por meio de narrativas históricas: os debates sobre a natureza da luz na primeira metade do século XIX*. (Tese de Doutorado, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte). Recuperado de <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/11883>

Oliveira, R. A., Martins, A. F. P., & Silva, A. P. B. (2020). 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*, 37 (1), 197-218.

Oliveira, R. A., & Silva, A. P. B. (2013). Entre o discurso e a prática sobre História, Filosofia e Natureza da Ciência e a sala de aula de Física: um panorama a partir dos eventos de Ensino de Física. In C. C. Silva, & M. E. B. Prestes (Orgs.), *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas* (pp. 319-331). São Carlos, SP: Tipographia.

Oliveira, R. A. (2014). *Explorando Episódios Históricos no Ensino de Física: O Calor como Radiação em fins do Século XVIII*. (Dissertação de Mestrado, Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba). Recuperado de <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/>

Rozentalski, E. F. (2018). *Indo além da Natureza da Ciência: o filosofar sobre a Química por meio da ética química*. (Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo). Recuperado de <https://www.teses.usp.br/>

Schiffer, H., & Guerra, A. (2014). Electricity and Vital Force: Discussing the Nature of Science Through a Historical Narrative. *Science & Education*, 24, 409–434.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Questionário sobre Natureza da Ciência

Nome: \_\_\_\_\_

**Refleta sobre as questões a seguir. Justifique suas respostas a partir das discussões realizadas em sala, nos últimos dois encontros.**

- 1) Você acredita que questões políticas (política científica) tenham influenciado no desenvolvimento e aceitação das teorias científicas, no período histórico analisado? Se sim, de que modo?
- 2) Como os pressupostos epistemológicos aceitos por determinada comunidade científica influenciam no desenvolvimento dos trabalhos científicos desenvolvidos por estudiosos dessa comunidade? Como esse aspecto se deu no episódio analisado?
- 3) A teoria influencia a observação dos fenômenos e/ou a análise de experimentos? Justifique sua resposta a partir da narrativa histórica trabalhada em sala.
- 4) As controvérsias, a exemplo da que trata a narrativa, estão sempre presentes no desenvolvimento do conhecimento científico? Justifique sua resposta.
- 5) Como ocorre o processo de avaliação entre teorias concorrentes? Quais fatores influenciam nesse processo? Exemplifique a partir do episódio analisado.

### APÊNDICE B – Roteiro entrevista

#### Primeira Parte:

- O hábito de leitura por parte dos estudantes;
- A discussão de textos, em forma de narrativas históricas, em outras disciplinas do curso;
- A leitura e interação dos estudantes com a narrativa histórica “Desvelando a natureza da luz”;
- O posicionamento do estudante sobre a proposta desenvolvida durante as aulas – estratégias didáticas utilizadas e atividades realizadas ao longo da proposta desenvolvida;
- A compreensão do estudante acerca do episódio histórico.

#### Segunda Parte

- Questões morais, éticas e políticas;
- A ciência como parte de uma cultura mais ampla (cultura científica/aspectos epistemológicos do período);
- Influências teóricas sobre observações e experiências;
- Controvérsias históricas na ciência;
- Avaliação de teorias.