

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a) o texto completo desta Dissertação será disponibilizado somente a partir de 08/09/2023.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

RENATO MEDEIROS PINHEIRO

**O FUNCIONAMENTO DE UMA CINEBIOGRAFIA PARA A MEDIAÇÃO
DA NATUREZA DA CIÊNCIA: UM ESTUDO NA FORMAÇÃO INICIAL
DE PROFESSORES DE FÍSICA**

Bauru
2022

RENATO MEDEIROS PINHEIRO

**O FUNCIONAMENTO DE UMA CINEBIOGRAFIA PARA A MEDIAÇÃO
DA NATUREZA DA CIÊNCIA: UM ESTUDO NA FORMAÇÃO INICIAL
DE PROFESSORES DE FÍSICA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência, junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Londero da Silva

Bauru
2022

P654f

Pinheiro, Renato Medeiros

O funcionamento de uma cinebiografia para a mediação da natureza da ciência : um estudo na formação inicial de professores de física / Renato Medeiros Pinheiro. -- Bauru, 2022

83 f.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências, Bauru

Orientador: Leandro Londero da Silva

1. Dramas biográficos. 2. Natureza da ciência. 3. Formação inicial de professores de física. I. Título.

RENATO MEDEIROS PINHEIRO

**O FUNCIONAMENTO DE UMA CINEBIOGRAFIA PARA A MEDIAÇÃO
DA NATUREZA DA CIÊNCIA: UM ESTUDO NA FORMAÇÃO INICIAL
DE PROFESSORES DE FÍSICA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência, junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Leandro Londero da Silva
UNESP – São José do Rio Preto
Orientador

Prof. Dr. Adriana Bortoletto

Prof. Dr. Debora Coimbra

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE RENATO MEDEIROS PINHEIRO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS DE BAURU.

Aos 08 dias do mês de março do ano de 2022, às 14:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de RENATO MEDEIROS PINHEIRO, intitulada **O funcionamento de uma cinebiografia para a mediação da natureza da ciência: um estudo na formação inicial de professores de física**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. LEANDRO LONDERO DA SILVA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Educação / Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas de São José do Rio Preto, Profa. Dra. DÉBORA COIMBRA (Participação Virtual) do(a) Instituto de Ciências Exatas e Naturais do Pontal / UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, Profa. Dra. ADRIANA BORTOLETTO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Física e Química / UNESP - Câmpus de Ilha Solteira. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final Aprovado.

Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.


Leandro Londero da Silva

Prof. Dr. LEANDRO LONDERO DA SILVA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sua misericórdia, e por me dar forças e saúde para ir atrás dos meus objetivos.

Agradeço a todos os meus familiares, em especial minha mãe, meu pai e irmão, que foram e sempre serão minha base em tempos de alegria e principalmente nas dificuldades.

Agradeço à minha namorada Mayara, por todo o apoio durante esses dois anos e meio de mestrado aos quais nós dois passamos, compartilhando pontos de vista, ideias e sonhos.

Agradeço ao prof. Dr. Leandro Londero, por topar me orientar e ter me dado suporte e compreensão em todos os momentos desta jornada.

Agradeço a todos os professores do programa de pós graduação Educação para a Ciência, que colaboraram com minha formação, trazendo reflexões e experiências únicas.

Agradeço aos meus amigos, em especial aqueles que conheci durante o mestrado, e aqueles que contribuíram com a troca de ideias sobre meu projeto: Alex, Milton, Guilherme, Marcus, Tanajura, Thiago, e Rian.

Enfim, agradeço aos colegas professores e aos meus alunos, que me motivaram a chegar até aqui.

RESUMO

A disciplina de Física ainda carrega o estigma de ser considerada difícil de modo que alguns alunos acabam por assumir postura de distanciamento e desinteresse. Em algum momento da jornada de um professor, pode surgir o questionamento do porquê alguns alunos tem maior disposição em aprender Física. Pensamos que algumas respostas podem ser encontradas nos aspectos da Natureza da Ciência, isto é, as condições sob as quais a ciência se desenvolve, os contextos e influências que determinam como é construída e suas reviravoltas, e não apenas uma apresentação do conhecimento pronto e acabado para o aluno. Consideramos importante que os futuros professores de física tenham esse conhecimento de Natureza da Ciência solidificado em sua formação, e que estejam dispostos a integrar em suas práticas em sala de aula para tentar ao máximo aproximar o conteúdo da realidade dos alunos. Pensando nisso, tivemos a ideia de utilizar um filme como forma de explorar esses aspectos, pois, segundo a literatura nacional, os filmes podem ser importantes aliados ao ensino, de forma a estimular o engajamento dos alunos e promover reflexões sobre esses conceitos.

A partir dessas duas ideias, em nossa pesquisa buscamos responder a seguinte questão central: Como funciona uma cinebiografia, que aborda um conteúdo físico do século XX na mediação de elementos de Natureza da Ciência?

Para tanto, realizamos uma intervenção didática com alunos de um curso de graduação em licenciatura em Física; exibimos a cinebiografia selecionada; e coletamos dados por meio de questionários. Para a análise dos dados, foi utilizado o aporte teórico da Análise de Conteúdo, a partir de produções de Laurence Bardin. Com nosso dispositivo analítico, tecemos inferência que nos levaram a concluir que o filme possui o potencial de ser usado para explorar elementos da NdC; os alunos participantes foram capazes de perceber esses elementos e como eles influenciam no desenvolvimento da ciência, porém sem ainda promover uma mudança de concepção e motivação a ser considerado como instrumento pedagógico em sala de aula.

Palavras-chave: Dramas Biográficos. Natureza da Ciência. Formação Inicial de Professores de Física.

ABSTRACT

The discipline of Physics still has the stigma of being considered difficult, therefore some students assume an attitude of distancing and disinterest with reference to it. At some time in a teacher's journeywork, some questions may arise on why some students are inclined to learn Physics more than others. Some answers can be found in aspects of the 'Nature of Science', i.e., the conditions upon which science develops, contexts and influences which determine how it is built and its turnaround, and not only to present to the student some done and finished knowledge. It is important to consider that future Physics teachers have the 'Nature of Science' knowledge consolidated in their training, and also their willingness to incorporate it in their classroom practices in order to bring the content as much as possible closer to the reality of the students. Considering that, a film was used with the purpose to explore these aspects, and according to national literature, films can be important aids for teaching, in order to stimulate student engagement and encourage reflections on these concepts.

Based on these two conceptions it is necessary to answer the following main question: How does a cinebiography work which makes reference to a physical content of the 20th century in the elements mediation of the 'Nature of Science'?

For this purpose, a didactic intervention with students of an undergraduate degree in Physics was performed; a selected biographical motion picture was showed, data through questionnaires was collected. The theoretical contribution of Content Analysis was used for data analysis, based on Laurence Bardin productions. Inferences with our analytical device were made which led to conclude that the film has the potential to be used to explore elements of the 'Nature of Science', the participating students were able to perceive these elements and how they influence the development of science, however, without promoting a conception change and motivation to be considered as a pedagogical instrument in the classroom.

Keywords: Biographical Dramas, Nature of Science, Physics Teachers Initial Training.

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A – Questionário sobre o filme “Marie Curie: A coragem do conhecimento”.....	77
Apêndice B – Dados completos com todas as respostas dos estudantes categorizadas de acordo com Unidades de Contexto e Unidades de Registro.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Capa do DVD do filme “ <i>Marie Curie: The courage of knowledge</i> ”.....	49
Figura 02 – Marie Curie conversando sobre seus estudos com Albert Einstein.....	58
Figura 03 – Marie Curie com sua filha no colo e fazendo anotações em sua bancada.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	– Dados referentes às perguntas 1 e 2 do questionário.....	61
Quadro 02	– Dados referentes à pergunta 3 do questionário.....	62
Quadro 03	– Dados referentes à pergunta 4 do questionário.....	63
Quadro 04	– Dados referentes às perguntas 5 e 9 do questionário.....	65
Quadro 05	– Dados referentes às perguntas 6, 7 e 8 do questionário.....	67
Quadro 06	– Dados referentes às perguntas 10 e 11 do questionário”.....	68

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1. A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA	14
1.1. O QUE É A NATUREZA DA CIÊNCIA	15
1.2. A NdC NOS DOCUMENTOS EDUCACIONAIS DO BRASIL.....	19
1.3. AS PESQUISAS COM FOCO NA NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA.....	21
1.3.1. A NATUREZA DA CIÊNCIA EM MATERIAS IMPRESSOS.....	21
1.3.2. A NATUREZA DA CIÊNCIA NO IMAGINÁRIO DE ESTUDANTES E PROFESSORES DE CIÊNCIAS/FÍSICA	23
1.3.3. A NATUREZA DA CIÊNCIA NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE PROFESSORES....	27
1.3.4. ELABORAÇÃO/APLICAÇÃO DE PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA COM FOCO NA NATUREZA DA CIÊNCIA.....	30
CAPÍTULO 2. O USO DO CINEMA NA MEDIAÇÃO DA FÍSICA ESCOLAR	34
2.1. NOÇÕES E FUNÇÕES DE USO	34
2.2. O USO DO CINEMA NA EDUCAÇÃO E NO ENSINO DE FÍSICA	35
2.2.1 AS PESQUISAS SOBRE O USO DO CINEMA NO ENSINO DE FÍSICA.....	37
2.2.1.1. O USO DO CINEMA POR PROFESSORES DE FÍSICA.....	39
2.2.1.2. ELABORAÇÃO/APLICAÇÃO DE PROPOSTAS DE ENSINO DE FÍSICA COM USO DE CINEMA.....	42
CAPÍTULO 3. A INVESTIGAÇÃO E OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	45
3.1. OBJETIVOS, PROBLEMA, QUESTÕES NORTEADORAS E JUSTIFICATIVA	46
3.2. AS CONDIÇÕES DE PRODUÇÃO DA PESQUISA	47
3.2.1. A IDENTIFICAÇÃO E REGISTRO DO DRAMA BIOGRÁFICO	48
3.2.2. O LOCAL DE IMPLEMENTAÇÃO E OS SUJEITOS.....	49
3.2.3. A COLETA DAS INFORMAÇÕES.....	50
3.2.4. O REGISTRO DOS DADOS	51
3.3. O TRATAMENTO DOS DADOS: O REFERENCIAL TEÓRICO DE ANÁLISE	51
3.3.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE ANÁLISE DE CONTEÚDO	52
3.3.1.1. DISPOSITIVO ANALÍTICO	52
CAPÍTULO 4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1. RESENHA DO FILME.....	55
4.2. TÓPICOS DE NdC A PARTIR DO FILME.....	57
4.3. SENTIDOS ATRIBUÍDOS PELOS ESTUDANTES	60
CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS	72
APÊNDICES	77

CAPÍTULO 1. A NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

A atuação como professor de Física para as séries do ensino médio possibilita vivências e relações bastante diferentes no campo da educação. Acredito que seja comum – talvez por falta de experiência nos primeiros anos lecionando – o professor recém formado ter o ideal de passar todo o seu conhecimento, todo aquele conteúdo teórico que tanto o motivou a se aprofundar em uma determinada disciplina.

Enganam-se aqueles que acreditam que o ensino é apenas um pacote de informações, teoremas, fórmulas, conjecturas e evidências relacionadas entre si ou não, que serão assimiladas pelos alunos à medida que ouvem uma aula, fazem anotações em seus cadernos, sempre de maneira gradual em aprofundamento do conteúdo.

O ensino envolve mais elementos do que apenas a transmissão da teoria. É composto pelas pequenas relações, pela comunicação, pela expressão e troca de ideias, pelo envolvimento dos indivíduos de maneira a criar raízes e conexões de pensamento. O professor deve se preocupar com todos esses elementos para então planejar suas aulas, visando facilitar o aprendizado e motivar seus alunos.

O ensino de Física merece atenção particularmente por ser considerada por muitos uma “matéria difícil” e, além disso, contém uma boa parcela de apoio matemático em seu desenvolvimento, de modo que é comum alunos se sentirem desmotivados e assumirem postura de distanciamento, como se aprender esta disciplina fosse algo reservado para algumas poucas mentes brilhantes.

Em algum momento é natural surgir o questionamento: porque alguns alunos têm maior disposição em aprender Física? O que causa essa maior disposição? A partir desses questionamentos podemos encontrar argumentos na compreensão do desenvolvimento da Ciência.

Acreditamos ser possível apresentar a disciplina de Física desmistificando-a, e expondo como esta Ciência é construída: de maneira coletiva, repleta de discordâncias, tendo como pano de fundo (e sendo influenciada) por diferentes contextos históricos, sociais, culturais. Elementos que compõem a ideia de Natureza da Ciência (NdC).

1.1 O QUE É A NATUREZA DA CIÊNCIA (NdC)

No livro “A necessária renovação do ensino de Ciências”, Cachapuz et al. (2005) exploram, na segunda parte, as formas pelas quais as visões sobre a Ciência e a Tecnologia estão sendo transmitidas aos alunos por meio do ensino de maneira a contribuir para o insucesso escolar.

Os autores colocam que a educação científica é uma necessidade para o desenvolvimento social e pessoal, porém o que temos assistido é um fracasso generalizado, e a recusa dos estudantes para a aprendizagem das ciências e para o ingresso em carreiras científicas (CACHAPUZ et al., 2005).

Ao se voltar para uma análise do ensino de ciências, os autores afirmam:

Com efeito, numerosos estudos mostraram que o ensino transmite visões da ciência que se afastam notoriamente da forma como se constroem e evoluem os conhecimentos científicos (MCCOMAS, 1998; FERNANDÉZ, 2000; GIL-PÉREZ ET AL., 2001). Visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem num obstáculo à aprendizagem (CACHAPUZ et al., 2005, p.38).

Podemos dizer que não só o conteúdo das ciências é importante para a formação de um cidadão consciente, alfabetizado cientificamente, mas também a maneira como os conteúdos de ciências são discutidos.

Cachapuz et al. (2005) elencam sete concepções errôneas sobre o fazer científico (às quais deram o nome de “visões deformadas da ciência e da tecnologia”) a partir de explicações de equipes de docentes. Vejamos, de forma resumida, quais são essas visões deformadas a que se referem, e que o ensino de ciências deve evitar transmitir:

- Visão descontextualizada – Exaltação simplista da ciência, que esquece seu impacto no meio natural e social, ou os interesses e influências da sociedade em seu desenvolvimento.
- Concepção Individualista e Elitista – Considera que o conhecimento científico é obra de gênios isolados, reclusos em seus laboratórios inacessíveis. Esta visão ignora o trabalho coletivo, a troca entre equipes, essenciais para favorecer a criatividade e poder debater ideias, hipóteses e resultados.

- Concepção empiro-indutivista e ateórica – Deformação mais amplamente assinalada na literatura; defende o papel da observação e experimentação “neutra”, isto é, sem qualquer interferência de ideias anteriores, esquecendo o papel essencial das hipóteses como focalizadoras (...) que orientam todo o processo de investigação.
- Visão rígida, algorítmica, infalível – Refere-se ao “método científico” como uma sequência de etapas definidas, em que observações e experiências tem papel destacado contribuindo à exatidão e objetividade dos resultados obtidos. Esquece o papel desempenhado pelo pensamento divergente, o duvidar e pôr à prova as tentativas de resposta de uma hipótese.
- Visão aproblemática e ahistórica – Passa a ideia de conhecimentos científicos prontos, já elaborados, sem mencionar os problemas que se pretendiam resolver, as dificuldades encontradas, a evolução de ditos conhecimentos, e as limitações do conhecimento científico atual.
- Visão exclusivamente analítica – Está associada a uma incorreta atribuição ao papel da análise em uma investigação científica. O trabalho científico exige tratamento analítico, simplificador, artificial, mas não supõe incorrer em visões parcializadas e simplistas: na medida em que se trata de análises e simplificações conscientes, tem-se presente a necessidade de síntese e de estudos de complexidade crescente.
- Visão acumulativa, de crescimento lineal – Uma das visões menos mencionada; apresenta o desenvolvimento científico como fruto de um crescimento lineal, acumulativo, ignorando as crises e remodelações profundas que a ciência passa, fruto de processos complexos. Visão simplista à qual o ensino costuma contribuir ao apresentar as teorias hoje aceitas sem mostrar o processo de seu estabelecimento.

Os estudos de concepções sobre ciência têm, portanto, se convertido em uma importante linha de investigação, e tem proposto estabelecer uma imagem basicamente correta, aceitável, sobre a Natureza da Ciência (NdC) e da atividade científica, coerente com a epistemologia atual (CACHAPUZ et al., 2005).

A Natureza da Ciência (NdC) é entendida, de maneira geral, como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas (MOURA, 2014). Esses elementos são fundamentais quando se pensa em possibilidades de combater a disseminação das visões distorcidas.

Nas últimas décadas, diferentes pesquisas passaram a investigar diversos aspectos relacionados à NdC, trazendo o debate para uma definição conceitual do que é a NdC. Moura (2014) destaca duas concepções distintas sobre o que significa Natureza da Ciência, que vêm sendo discutidas por pesquisadores da área: os aspectos ditos “consensuais” a respeito da NdC; e o conceito de “semelhança familiar” para a NdC.

Os aspectos consensuais da NdC, seriam, segundo Moura (2014), uma lista de cinco tópicos abrangentes:

- A Ciência é mutável, dinâmica, e tem como objetivo explicar os fenômenos naturais;
- Não existe um método científico universal;
- A teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa;
- A Ciência é influenciada pelo contexto social, cultural, político etc., no qual ela é construída;
- Os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros para fazer Ciência.

Essa lista recebe críticas por se mostrar um conjunto estático de regras e aspectos, apesar de afirmar que “não existe um método científico universal”, e mostra uma visão única de ciência, cega em relação às diferenças existentes entre disciplinas (IRZIK; NOLA, 2011).

Por outro lado, a concepção de semelhança familiar da NdC proposta por Irzik e Nola (2011), e detalhada por Moura (2014), trabalha com quatro categorias que buscam agrupar as semelhanças existentes que caracterizam como pertencentes a uma mesma família de bases e fundamentos teóricos, procedimentais e metodológicos entre as áreas da ciência. A saber:

- As atividades realizadas na ciência – Observar e experimentar são tipicamente atividades da ciência, porém essas práticas podem ser diferentes para cada área da ciência;
- Objetivos e valores – Entender que cada área da ciência pode ter um propósito diferente de acordo com as várias interpretações filosóficas que podemos ter delas;
- Metodologias e regras metodológicas – O fazer científico não pode ser aleatório e exige a adoção de métodos e regras metodológicas. No entanto, mesmo que diversas áreas não compartilhem das mesmas regras, compartilham de aspectos metodológicos semelhantes que as unem nesta categoria;
- Produtos – Podem ser hipóteses, leis, teorias, dados experimentais etc., que não são os mesmos em diferentes áreas, mas possuem algum grau de igualdade.

Pode-se perceber que não é tarefa simples definir NdC, visto que ambas possuem elementos interessantes, algumas similaridades e diferenças.

Moura (2014), apoiado na discussão entre as duas visões expostas anteriormente, esclarece que:

Parece-nos claro que discutir a Natureza da Ciência é abordar como ela é construída, quer dizer, os elementos, ações, fatores, influências que alicerçam as ideias científicas. Isto passa, a princípio, pela discussão a respeito do método científico. Não há um método científico único, como uma “receita de bolo”, a ser seguido passo a passo. (...) O ponto a ser destacado é a multiplicidade de formas como o trabalho científico é feito, e não exatamente como essas formas se relacionam. Da mesma forma, falar sobre NdC é relacionar o conhecimento científico com o contexto no qual ele é produzido. A Ciência não está enclausurada em uma bolha, invulnerável aos acontecimentos ao redor. O conhecimento científico é obra humana, e como homens pertencentes a uma sociedade – com seus modelos culturais, políticos, históricos, econômicos etc. –, eles trazem à Ciência suas concepções, crenças e anseios. Portanto, falar da natureza da Ciência aparentemente deve envolver o esclarecimento de sua indissociabilidade do mundo e da humanidade, de sua mutabilidade – assim como a dos homens –, de seus limites de validade (p. 36-37).

Em nosso trabalho usaremos a noção de NdC explicitada por Moura (2014), uma vez que nos parece a mais apropriada para os objetivos de nosso estudo.

1.2 A NATUREZA DA CIÊNCIA NOS DOCUMENTOS EDUCACIONAIS DO BRASIL

O movimento crescente de pesquisas relacionadas à NdC pode ter intensificado a incorporação de discussões sobre NdC nos documentos curriculares do Brasil, além do fato da concordância de seus elaboradores em relação a importância de discussões de aspectos da NdC na Educação Básica.

Dedicamos este tópico ao mapeamento das orientações contidas nos documentos curriculares oficiais que dizem respeito aos aspectos da NdC e sua inclusão no ensino de ciências, especificamente na disciplina de Física.

Iniciamos nosso mapeamento pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Na seção dedicada a Ciências da Natureza, argumenta-se que:

(...) apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania.

Nesta perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. (BRASIL, 2018, p. 321).

Estes aspectos estão permeados também ao longo das unidades temáticas e habilidades que se encontram nas orientações para cada série do Ensino Fundamental.

Para o Ensino Médio, na apresentação das orientações para Ciências da Natureza, o documento traz exemplos da presença da Ciência e Tecnologia em processos cotidianos, no modo como pensamos e agimos. Porém, afirma que poucas pessoas são capazes de utilizar conhecimentos científicos para resolução de problemas comuns. Reforçando a necessidade de uma alfabetização científica, o documento destaca que:

(...) aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das ciências da Natureza (BRASIL, 2018, p. 547).

Mais adiante, observamos um aprofundamento no que se refere à contextualização histórica.

(...) a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (BRASIL, 2018, p. 550).

Por sua vez, o Novo Currículo Paulista para o Ensino Médio de 2020 reitera e se alinha com os compromissos citados na BNCC que estão relacionados à NdC. Mais de uma vez o documento faz referência à BNCC, porém o trecho citado que nos interessou se encontra em sua página 32:

(...) proporcionar experiências e processos que lhes garantam [aos estudantes] as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos políticos, sociais, produtivos, ambientais e culturais, de modo que se sintam estimulados a equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores – e que se refletem nos contextos atuais -, abrindo-se criativamente para o novo (BRASIL, 2018, p. 464).

Este trecho está inserido no capítulo “Fundamentos Pedagógicos do Currículo Paulista”, e provavelmente é o mais representativo dos aspectos da NdC.

Com relação à formação de professores, é imprescindível que também possuam uma formação abrangente e possam, conseqüentemente, integrar esses conteúdos às suas práticas profissionais.

Encontramos nas Diretrizes Nacionais Curriculares para os cursos de Física (2001), na seção de conteúdos curriculares, o núcleo comum que deve ser cumprido por todas as modalidades de cursos de física (bacharelado ou licenciatura). No item E – Disciplinas Complementares está descrito que:

O núcleo comum precisa ainda de um grupo de disciplinas complementares que amplie a educação do formando. Estas disciplinas abrangeriam outras ciências naturais, tais como Química ou Biologia e também as ciências humanas, contemplando questões como Ética, Filosofia e História da Ciência, Gerenciamento e Política Científica (BRASIL, 2001, p. 7).

Consideramos que este documento incentiva uma formação mais ampla, indicando a direção de tópicos que conversam com a NdC, porém ainda pouco enfático ao sugerir como disciplinas complementares, e alguns poucos tópicos das ciências humanas de maneira generalizada.

1.3 AS PESQUISAS COM FOCO NA NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE FÍSICA

Encontramos um conjunto significativo de estudos e pesquisas que contemplam distintos aspectos associados à NdC. Buscamos realizar uma revisão de literatura de forma a sistematizar o conhecimento produzido pelas pesquisas em Educação em Ciências e, mais especificamente, na subárea de Ensino de Física que tratam da temática de nosso estudo. Para tanto, apresentaremos um conjunto de estudos que foram produzidos e divulgados por meio de atas dos principais congressos científicos da área (ENPEC, EPEF e SNEF), e artigos dos principais periódicos (Caderno Brasileiro de Ensino de Física; Revista Brasileira de Ensino de Física; Latin-American Journal of Physics Education; entre outros) no período de 2015 a 2020. Nosso objetivo é traçar um panorama geral das produções que discutem NdC nos últimos anos.

1.3.1 A NATUREZA DA CIÊNCIA EM MATERIAIS IMPRESSOS

Um dos primeiros estudos que identificamos é de autoria de Silva e Pagliarini (2008), no qual foram analisados dezesseis livros de física. O objetivo foi o de investigar como os conteúdos históricos e noções de NdC são apresentados nas obras analisadas.

Os autores criaram três categorias visando contemplar a diversidade de abordagens, sendo elas: 1) A maneira pela qual os materiais históricos são encontrados; 2) Ideias veiculadas acerca da Natureza da Ciência; e 3) Qualidade da informação histórica. Cada categoria principal também foi composta por subcategorias.

Os autores constataram que a maioria dos livros apresenta os conteúdos históricos separados em boxes ou textos complementares ao final de cada capítulo. No que diz respeito as ideias veiculadas acerca da Natureza da Ciência, três

coleções não possuíam nenhum tipo de conteúdo relativo à NdC, enquanto as outras obras estavam bem distribuídas entre aquelas que apresentam a ciência resultante de um método científico ou experimental, a ciência como algo complexo, mais dinâmica, de caráter humanístico e que não segue um método rígido.

Com relação a qualidade da informação histórica, os livros estavam bem distribuídos entre aqueles que apresentavam informações históricas simplistas, distorcidas ou satisfatória (SILVA, PAGLIARINI, 2008).

Os autores destacam a presença de mitos históricos, referências sobre as vidas de Galileu, Einstein, Arquimedes, entre outros que são tratados como gênios, sem relatar as colaborações de outros cientistas, erros cometidos e dificuldades encontradas na construção do conhecimento. Os autores acabam por concluir que:

(...) com relação à história e à natureza da ciência é comum encontrarmos discussões demasiadas simples e que transmitem concepções de senso comum sobre a ciência. Seus conteúdos são baseados na chamada pseudo-história, sendo sua tônica uma abordagem através da historiografia de Whig e elementos dos populares mitos sobre cientistas famosos (SILVA e PAGLIARINI, 2008, p. 10)

Apesar disso, ressaltam as mudanças na abordagem de alguns dos livros analisados, da última década até os dias atuais, atribuindo esta melhoria aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e ao Programa Nacional de Livros para o Ensino Médio (PNLEM).

Em outro estudo, Nunes e Queirós (2019) avaliaram doze livros aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do triênio 2018-2020 do Ministério da Educação. Eles investigaram a presença de imagens deformadas sobre ciência, especificamente no conteúdo de Relatividade Especial. Os autores adotaram como referencial as sete visões deformadas da ciência elencadas por Cachapuz et al. (2005).

Nunes e Queirós (2019) constataram que todas as doze obras analisadas apresentaram uma imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência que não discute as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Oito das obras apresentaram a visão individualista e/ou elitista da ciência, ao mencionar os acontecimentos exaltando a figura de Einstein com excesso de adjetivos, ou omitindo a contribuição de outros cientistas e conhecimentos anteriores. Seis obras apresentaram a visão aproblemática e ahistórica, na qual os livros apontam a

existência de dificuldades para estabelecer os fundamentos da Teoria da Relatividade Especial mas sem problematizá-las (NUNES; QUEIRÓS, 2019).

Concordamos com os autores dos estudos acima mencionados na medida em que consideram que os livros didáticos estão contaminados com imagens distorcidas da NdC. Observa-se a necessidade dos autores de livros didáticos e professores terem uma formação em História, Filosofia e Sociologia da Ciência a fim de subsidiar uma vigilância epistemológica na construção e implementação dos recursos didáticos em sala de aula com a finalidade de não disseminar as já citadas visões distorcidas do conhecimento científico (NUNES; QUEIRÓS, 2019).

1.3.2 A NATUREZA DA CIÊNCIA NO IMAGINÁRIO DE ESTUDANTES E PROFESSORES DE CIÊNCIAS/FÍSICA

Existe uma grande quantidade de trabalhos que visam identificar e discutir as concepções epistemológicas de Natureza da Ciência (MASSONI; MOREIRA, 2012; SOUZA; SILVA, 2013). Estes trabalhos têm como sujeitos alunos do Ensino Fundamental, do Ensino Médio e do nível superior. Ainda, encontramos investigações centradas nos professores como colaboradores, sejam eles da Educação Básica ou Ensino Superior.

Com relação às concepções dos estudantes do Ensino Médio, estudos como o de Silva (2010), realizado com estudantes ingressantes e concluintes do ensino médio, constatarem as visões distorcidas que eles apresentam sobre a atividade científica. O estudo evidenciou que há pouca diferença nas concepções manifestadas pelos alunos ingressantes e concluintes (1º e 3º ano do EM, respectivamente), sendo as visões distorcidas mais evidentes aquelas que desconsideram a influência da política e da religião na Ciência, bem como aquela que coloca o cientista como um gênio, dotado de algum dom, capaz de resolver os problemas da humanidade. O autor comenta que:

(...) em alguns casos a própria mídia, sejam elas televisiva ou impressa, reforçam essa imagem do cientista quando, por exemplo, valem-se da sua imagem, justamente adquirida por eles ou não, para venderem desde creme dental, passando por produtos eletrônicos e, por fim, até aos cigarros (SILVA, 2010, p.625).

O autor acredita que é necessário melhorar a formação de professores de ciências, pois, mesmo não intencionalmente, o professor costuma, implicitamente, transferir aos seus alunos visões distorcidas sobre a NdC (SILVA, 2010).

Por sua vez, Barbosa, Nascimento e Neto (2019) realizaram uma pesquisa com noventa estudantes do primeiro e segundo anos do Ensino Médio. Foram observados alguns conceitos sobre a Ciência que parecem bastante enraizados na estrutura cognitiva dos alunos, os três principais são: a) a crença de que o método científico é algo rígido e imutável, como se a Ciência seguisse um método linear; b) o segundo, que é consequência do primeiro, é a ideia de que a ciência evolui mediante o acúmulo de teorias verdadeiras e; c) é o da experimentação como fator determinante no método científico.

Apesar destes conceitos distorcidos sobre Ciência, os alunos apresentaram conceitos satisfatórios em outros aspectos. Os autores ressaltam que o trabalho teve caráter propedêutico, e que não tinham a preocupação de buscar os motivos de tais concepções por parte dos alunos.

Moul e colaboradores (2016) realizaram um estudo comparando as concepções que apresentavam os estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio quanto ao conceito de cientista. Os autores utilizaram o “Discurso do Sujeito Coletivo” para analisar os discursos registrados a partir de respostas individuais de um total de 120 estudantes. Os autores inferem que esses grupos apresentam resultados semelhantes. Os quatro grupos apresentam visões estereotipadas do cientista, a saber:

(...) a) restringe a atividade dos cientistas a um local de trabalho numa ação solitária, o laboratório; b) avalia a atividade científica positivamente, uma vez que a associam ao progresso e ao desenvolvimento social; c) percebe a descoberta como elemento intrínseco à atividade científica. Outro elemento explicitamente comungado nos discursos reconhece o cientista como alguém muito inteligente, cheio de intelectualidade, colocado num patamar acima dos demais cidadãos, devido ao seu grande conhecimento, sua verdade absoluta (MOUL et al., 2016).

Os autores constataram a presença de uma visão reducionista e dogmática, estereotipada, que se tornaram cristalizadas no decorrer das séries (MOUL et al., 2016).

No que diz respeito as concepções manifestadas por estudantes de graduação, consideramos mais relevante de relatar as pesquisas que investigaram as concepções de estudantes dos cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física.

Souza e Silva (2013) investigaram as concepções de estudantes ingressantes, intermediários e concluintes de licenciatura em Física sobre o cientista e seu local de trabalho por meio de questionários e desenhos feitos pelos acadêmicos.

Independente do período do curso no qual estavam matriculados os licenciandos, as representações foram predominantemente masculinas, tendo a figura do cientista como uma pessoa genial, dotada de características superiores em relação às outras pessoas. Em alguns casos inclusive foi representado como uma pessoa louca, de cabelos arrepiados e que apresenta um desleixo em sua aparência, ou como um herói. A maioria também tem a concepção de que o experimento é indispensável em investigações científicas.

Este tipo de visão é proveniente, entre outras coisas, principalmente dos meios de comunicação e entretenimento como, por exemplo, desenhos animados, filmes, séries e comerciais de TV (SOUZA; SILVA, 2016, p. 2).

No estudo de Rosa e Garcia (2017), apesar do foco ter sido a avaliação de mapas conceituais como ferramenta de análise do dinamismo das concepções de NdC, é possível obtermos as concepções de estudantes de Bacharelado e Licenciatura em Física.

O estudo de Rosa e Garcia (2017) é um dos poucos que encontramos que faz uso de mapas conceituais para investigar aspectos da NdC. Como resultados podemos destacar o fato de que a maioria dos estudantes apresenta a visão empírico-indutivista e ateórica, ou a visão rígida de Ciência (ROSA; GARCIA, 2017). Obviamente que os resultados apontam para um espectro variado de concordância/discordância com os aspectos analisados, mas é notável o fato de apenas 25% dos sujeitos não terem apresentado concordância com as visões distorcidas de Ciência em nenhum momento da atividade com os mapas conceituais.

Com o objetivo de comparar as concepções de NdC entre ingressantes e concluintes de um curso de Licenciatura em Física, Oliveira e Ferreira (2011) coletaram respostas a partir de questionários e constataram que os graduandos

possuem visões significativamente distantes do considerado adequado pelas pesquisas atuais. Os autores afirmam que:

Alguns pontos que caracterizam uma visão distorcida da ciência puderam ser evidenciados. Podemos citar, como exemplo, uma visão empirista da ciência, a crença de que o cientista não sofre influências em seu trabalho, a visão de que a ciência caminha em direção à perfeição (é cada vez mais neutra e, se resolvidas as falhas e problemas tecnológicos, pode chegar ao conhecimento definitivo) e a utilização de um “método científico”, universal, como garantia de conhecimento científico provado. (OLIVEIRA; FERREIRA, 2011)

Ribeiro e colaboradores (2015), por sua vez, também fizeram análises de concepções que, de certa maneira, foram comparadas entre estudantes de licenciatura em Física e professores de Ciências. Neste estudo, os autores relatam que os estudantes de licenciatura apresentam concepções ingênuas, a saber: visão empírico-indutivista, elitista, pragmática e rígida. Ao comparar os resultados com as concepções obtidas dos professores, constataram pouca diferença nesses dois grupos de sujeitos, ou seja, visões distorcidas da NdC.

A partir deste ponto, é natural surgir a preocupação em relação a esta noção de NdC que os estudantes apresentam, e o quanto acaba sendo enraizado de tal maneira que propaguem essas visões; e ainda, no caso dos licenciandos, futuros professores, a preocupação é maior caso passem a incorporar essas noções em sua didática, ao lecionar.

Passamos, então, a relatar trabalhos que investigaram as concepções de professores em relação à NdC.

Harres (1999) fez uma extensa revisão de pesquisas que investigam as concepções de professores sobre NdC, sintetizando os resultados de outras três revisões (LEDERMAN, 1992; KOULAUDIS; ONGBORN, 1995; PORLÁN; RIVERO, 1998). Essas revisões, apesar de terem sido constituídas fora do contexto brasileiro, percorreram pesquisas publicadas desde os anos 60 e, portanto, constituem fontes confiáveis para se traçar um panorama geral dos resultados.

A respeito das revisões gerais, concluiu-se que os professores de ciências possuem, em geral, concepções de NdC inadequadas, próximas da visão empírico-indutivista, apoiada no papel da produção do conhecimento com um método único, independente do nível de atuação, experiência docente ou contexto cultural desses sujeitos. Mesmo sendo trabalhos realizados em contextos diferentes e

procedimentos metodológicos variados, ainda assim não se pode dizer que os professores tenham já superado as concepções mais tradicionais de Ciência (HARRES, 1999).

A síntese feita por Harres corrobora com revisões feitas a partir de trabalhos apresentados em eventos brasileiros, como a pesquisa de Diniz e Rezende Jr. (2017), na qual foram feitas análises dos trabalhos apresentados nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências de 1997 a 2015. Foram 61 trabalhos mapeados, com 16 deles tendo professores como colaboradores da pesquisa, e no restante os colaboradores eram estudantes de todos os níveis de ensino.

Os autores consideram que as visões de NdC são muito semelhantes entre professores e alunos, e sofreram poucas mudanças ao longo do tempo. As concepções equivocadas apresentam a Ciência como um conhecimento acabado, neutro, e benevolente, que pode trazer as soluções dos problemas da humanidade (DINIZ; REZENDE JR, 2017). Apesar disso, os autores ressaltam que existem exemplos pontuais de estudos em que os sujeitos passaram a reconhecer o papel humano do cientista, as influências externas que a Ciência sofre e o caráter mutável do conhecimento científico (DINIZ e REZENDE JR, 2017).

Consideramos as pesquisas relatadas até aqui como de suma importância no diagnóstico em relação ao que os entrevistados e colaboradores entendem sobre Ciência e como ela é produzida. A partir dessas concepções é que podemos pensar nas origens de tais concepções e possíveis caminhos para mudar esse panorama.

Por fim, nossa revisão revelou que os pós-graduandos são sujeitos praticamente ausentes em estudos sobre a NdC e, por sua vez, os alunos do Ensino Fundamental aparecem poucas vezes como colaboradores.

1.3.3 A NATUREZA DA CIÊNCIA NA PRÁTICA PEDAGÓGICA DE PROFESSORES

Levando em consideração a persistência de concepções equivocadas da NdC, procuramos identificar trabalhos que explorassem as atividades e práticas pedagógicas de professores com o intuito de entendermos melhor essa relação entre concepção e prática.

Massoni, Carvalho e Boaro (2016) realizaram uma pesquisa para refletir relações entre concepções da NdC e práticas didáticas no ensino de física, justamente por observarem – em imersões realizadas anteriormente em distintos contextos escolares em aulas de física – que mesmo professores recém-formados que apresentavam concepções adequadas de NdC, e disposição à inovação, não conseguiam introduzir abordagens articuladas, capazes de discutir aspectos da história e filosofia da ciência em suas aulas. A estrutura curricular e as práticas ainda muito tradicionais pareciam minar os ideais dos docentes. Além disso, embora soubessem da importância dessas discussões, os professores pareciam não se sentir preparados para operacionalizá-las.

Os autores prosseguem suas pesquisas promovendo adaptações em disciplinas de História da Física e Epistemologia em cursos de Licenciatura em Física, para oferecer espaços nos quais os futuros professores e seus colegas preparassem, apresentassem e discutissem aulas com viés epistemológico, de modo que estivessem melhor preparados. Os autores, em resultados parciais, perceberam que as modificações nas disciplinas citadas podem estar surtindo bons efeitos e citam exemplos de como os futuros professores passaram a incluir aspectos da NdC, de maneiras muito distintas, no planejamento de suas aulas (MASSONI; CARVALHO; BOARO, 2016).

Castilho e Mellini (2019), a partir do uso das noções expostas por Tardiff (2002), fizeram uma revisão bibliográfica com intuito de refletir quais saberes docentes são necessários para o desenvolvimento de atividades que considerem abordagens críticas da NdC na Educação Básica.

Em suas reflexões, Castilho e Mellini (2019) buscaram traçar paralelos entre os saberes da formação profissional, curriculares, experienciais e disciplinares em relação aos aspectos da NdC, ressaltando que o contexto “extraescolar” também faz parte da construção de saberes profissionais docentes, e que “o entendimento do profissional docente sobre aspectos da NdC é imperativo para uma boa execução de abordagens que visem a essa prática” (CASTILHO; MELLINI, 2019, p. 5).

Silva e Martins (2019), a partir do referencial de conhecimento pedagógico de conteúdo (em inglês, Pedagogical Content Knowledge - PCK) de Shulman (1987), realizaram um estudo de caso com nove futuros professores de física para entender

como a compreensão de ciência dos estudantes podem contribuir no desenvolvimento dos PCK referente à NdC desses futuros professores.

Segundo os autores, é comum no desenvolvimento dos PCK os professores em formação fazerem uso de vários conhecimentos docentes e destacam que:

(...) futuros professores de física com conhecimentos diferenciados e integrais sobre conteúdos metacientíficos podem desenvolver atividades mais estruturadas, principalmente com o intuito do ensino de saberes relacionados à natureza do conhecimento científico” (SILVA; MARTINS, 2019, p.2).

Quatro categorias emergiram das respostas dos futuros professores como fatores que influenciam os PCK em situações de ensino e aprendizagem; a) interesse dos alunos; b) habilidades dos alunos em compreender o conteúdo; c) imagem do professor diante dos alunos e; d) conhecimento prévio dos alunos (SILVA; MARTINS, 2019).

Percebemos semelhanças nos trabalhos no que diz respeito à importância dos cursos de formação de professores fornecerem subsídios para que se possa atingir os objetivos de promover abordagens plurais, em direção à obter uma compreensão da Natureza da Ciência no ensino. Como afirmaram Silva e Martins (2019, p. 7)

Face ao exposto, fica o desafio aos cursos de formação de professores de Física do como transformar essa empreitada em algo plausível, o que torna uma discussão mais aprofundada desta temática na formação inicial. (p. 7)

Os trabalhos que se propõem a coletar dados, por meio de entrevistas e questionários com professores e/ou futuros professores são esclarecedores quanto a pontos importantes que devem ser mais bem trabalhados para trazer segurança ao professor que, sabendo da importância da NdC, deseja incorporar à sua prática pedagógica.

Freitas (2019) em trabalho realizado que objetivou refletir a formação de professores, por meio de um minicurso de formação complementar, afirma que “há um crescente entendimento da importância de utilização da História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências” (FREITAS, 2019, p. 15-16). Particularmente em relação à NdC, foi predominante o pensamento de que é importante a inclusão de discussões sobre a NdC com metodologias variadas e de maneira explícita (FREITAS, 2019).

Vital e Guerra (2014) desenvolveram um estudo com dissertações de mestrado profissional de professores que construíram propostas pedagógicas em que a NdC foi abordada de maneira explícita no processo educativo. Os autores também questionam a formação de professores, ao afirmar que, de modo geral, os debates que dão origem ao conhecimento científico não estão incluídos na formação inicial. Sobre as dissertações analisadas, os autores observam uma boa apropriação dos conceitos da NdC como podemos ver nas considerações.

Percebe-se o esforço desses professores que, como autores do processo, buscam apropriar-se das ideias e advertências presentes na bibliografia consultada, no sentido de criar práticas pedagógicas inovadoras. Tais práticas, reveladoras das convicções dos docentes sobre a ciência, buscam atender às expectativas da sociedade no que tange às competências científicas que deverão ser construídas pelos alunos (VITAL; GUERRA, 2014, p. 250).

Temos, portanto, um exemplo de prática que promoveu uma boa apropriação de conceitos de NdC por parte de professores, que consistiu na elaboração de estratégias didáticas com posterior análise do aproveitamento, vantagens, e obstáculos da estratégia.

Aliada à necessidade de melhores abordagens nos cursos de formação, surge a pergunta se esse tipo de atividade de elaboração e implementação de sequências didáticas acontece também nas licenciaturas, visto o seu potencial de melhorar a cultura didática de professores. Analisaremos no próximo tópico as pesquisas que focam atenção nas sequências didáticas.

1.3.4 ELABORAÇÃO/APLICAÇÃO DE PROPOSTAS PARA O ENSINO DE FÍSICA COM FOCO NA NATUREZA DA CIÊNCIA

Ao mapearmos pesquisas que reúnem elaboração e implementação de sequências didáticas com foco na NdC, percebemos uma variedade significativa de trabalhos.

Mota, Gontijo e Oliveira (2015) realizaram uma revisão nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, de 2001 a 2013, das atividades didáticas com abordagem da NdC. Neste estudo, apesar de terem encontrado apenas oito trabalhos, os autores observaram que:

(...) a quantidade de pesquisas tratando dessa temática específica foi nula nos primeiros eventos, passando a ter um número mais expressivo nos dois últimos eventos, indicando um maior interesse dos pesquisadores na área de ensino de ciências em abordar as questões relativas à NdC diretamente no contexto escolar (MOTA; GONTIJO; OLIVEIRA, 2015, p. 3).

Quanto às características dos trabalhos, os resultados mostraram que a maioria era voltado para a disciplina de física, e os aspectos da NdC mais frequentemente abordados nas atividades são aqueles relacionados aos processos de construção da ciência, as visões que os estudantes possuem sobre ciência e o cientista (concepções) e a importância do contexto histórico no seu desenvolvimento. Entre os recursos didáticos mais utilizados, destacaram-se o uso de textos sobre história da ciência (originais de cientistas ou didáticos), filmes, e questionários. As estratégias mais recorrentes para abordar NdC foram leituras, debates e produção de texto (MOTA; GONTIJO; OLIVEIRA, 2015).

Essa frequência de recursos também apareceu ao longo de nossas leituras de revisão bibliográfica. Entretanto, são as mais frequentes em meio a uma diversidade de recursos que demonstram a criatividade e a busca por melhorias na educação científica por parte dos pesquisadores.

Observamos também trabalhos orientados de maneira a abordar um episódio histórico em específico, para após desenvolver a discussão sobre ciência. Esse é o caso do trabalho desenvolvido por Oliveira, Martins e Silva (2019). Esses autores afirmam que:

As discussões contidas nesse episódio histórico podem servir como suporte para trabalhar diversos aspectos sobre a NDC no ensino de ciências, tanto do ponto de vista histórico e sociológico quanto de um ponto de vista epistemológico. O episódio histórico permite, em particular, discutir o papel que as concepções epistemológicas sobre a ciência presentes no contexto em que os estudiosos desenvolvem seus trabalhos científicos exercem no desenvolvimento e aceitação das teorias científicas. Contudo, cabe ressaltar que os aspectos apontados para a utilização do episódio histórico quanto à NDC não se esgotam aqui. Os temas de NDC dependem, em grande parte, de como o episódio é abordado em sala de aula e da discussão que é promovida. (OLIVEIRA; MARTINS; SILVA, 2019, p.8).

Como exemplo desses episódios históricos, encontramos a expedição do eclipse solar feita em 1919 pelo astrofísico Arthur Santley Eddington (BASILIO; POLATI; CARDOSO, 2018; LONDERO; BORTOLETTO, 2016); a história do telescópio de Galileu (COÊLHO; QUEIRÓS, 2015); Thomas Young e a teoria ondulatória da luz (OLIVEIRA; MARTINS; SILVA, 2019); a explicação do movimento por Aristóteles e João Filopono (MONTEIRO; MARTINS, 2014); a descoberta da

radioatividade (ROCHA; SILVA, 2019); a experiência de Torricelli sobre pressão atmosférica (FONSECA et al., 2017); e Galileu deixando cair esferas da torre de Pisa (PINTO; RAPOSO, 2015). Esses são alguns episódios que apareceram nas pesquisas identificadas, dentre outros.

Não faltam exemplos de acontecimentos, controvérsias, embates, ou mesmo fenômenos que podem ser usados como fio condutor de um debate em sala de aula, orientador na construção de perguntas e respostas a um questionário visando aferir ou melhorar concepções de NdC.

Os trabalhos com abordagens didáticas de NdC no ensino de Física são voltados, em sua maioria, para estudantes do ensino médio e da graduação em física licenciatura. Encontramos um exemplo interessante aplicado junto a estudantes do ensino fundamental, na disciplina de Ciências, o qual fez uso de textos e vídeos para iniciar uma discussão e solicitar respostas a um questionário, de maneira idêntica às estratégias utilizadas no ensino médio e superior.

SILVA et al., 2017, autores do estudo citado, argumentam que “(...) uma intervenção didática, amparada em estratégias didáticas balizadas pela Epistemologia da Ciência (...), podem, sim, contribuir para a aprendizagem de aspectos da NdC, mesmo na educação fundamental” (p. 18).

Um segundo exemplo que consideramos significativo é aquele desenvolvido por Hygino, Souza e Linhares (2012), o qual discute uma experiência didática voltada para o Ensino de Jovens e Adultos (EJA). Os autores utilizaram um episódio histórico como norteador – a expedição feita pelo cientista francês Pierre Couplet à Paraíba, em 1698, na qual utilizou um pêndulo simples para realizar medições e investigar se a Terra era achatada ou alongada nos pólos. Fez-se uso de um espaço virtual de aprendizagem como apoio para disponibilizar textos, colher resenhas a respeito do episódio histórico, e poder avaliar concepções de NdC.

Segundo Hygino, Souza e Linhares (2012) a experiência permitiu problematizar e aprofundar as visões dos alunos sobre NdC, por meio da história da ciência, de forma a contribuir para sua formação científica.

Destacamos, também, trabalhos que desenvolveram estratégias diferentes da maioria. É o caso da pesquisa de Pinto e Raposo (2015) que fez uso de um texto de apoio, contendo o episódio histórico de Galileu e da queda dos corpos, e realizou uma atividade experimental com alunos do ensino médio, a fim de que os resultados

obtidos pelos alunos possibilitassem discutir o episódio, as controvérsias envolvidas, e as possibilidades de conclusões a partir deles.

Por sua vez, Souza e Moura (2015) optaram por desenvolver uma proposta com uso de um filme como recurso, mas diferente de explorar um episódio histórico contido no enredo, analisaram como os elementos da linguagem cinematográfica (planos, enquadramentos, cores) poderiam gerar discussões sobre NdC.

Uma terceira estratégia que nos chamou atenção foi a contida no estudo de Fonsêca et al. (2017). Nele a discussão de aspectos da NdC ocorre a partir da crônica '*E se um asteróide...*' de autoria de Luís Fernando Veríssimo. Os autores relatam que

(...) podemos desenvolver uma série de questionamentos/reflexões tendo como ponto de partida situações/fenômenos presentes no texto, cada um desses direcionando a discussões relativas à natureza da ciência, como: 1) O que há de tão poderoso e evidente no conhecimento científico que garante essa "certeza universal" destacada no texto?; 2) Qual é a distinção entre o conhecimento científico e as crenças ressaltadas no texto?; 3) Podemos afirmar que quem acredita no conhecimento científico não possui crença?; 4) Por que o autor discorre, durante os questionamentos, sobre quem subirá aos foguetes a nacionalidade e função das pessoas na sociedade? Em que a ciência e/ou o desenvolvimento científico influencia nessas decisões? (FONSÊCA et al., 2017, p. 7)

Podemos inferir que os estudos cujo foco é a elaboração e/ou aplicação de propostas para o ensino da física com atenção para aspectos da natureza da ciência relatam que as propostas elaboradas e implementadas têm sido muito bem aceitas pelos alunos, contribuindo para um aprofundamento de conceitos, de maneira a melhorar as concepções sobre Natureza da Ciência dos estudantes, independente do nível de ensino.

Os estudos mapeados apontaram obstáculos encontrados durante a atividade, os quais podem servir de auxílio em futuros planejamentos desse tipo de aula. As sequências elaboradas, normalmente, necessitaram de um tempo razoável para sua implementação, variando, em média, de três a seis encontros com duração de 45 minutos a uma hora cada uma, divididas em passos ou etapas. Esse é um fator importante a ser levado em conta ao se planejar as aulas durante o período letivo.

Existe uma unanimidade em relação ao papel do professor como mediador da atividade, de possuir certa habilidade ao conduzir discussões e fazer

CAPÍTULO 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da exibição do filme percebemos que o mesmo oferece bastante exemplos de situações, retratadas em cenas e diálogos, capazes de estimular e problematizar o fazer científico, de modo a contemplar diferentes aspectos da Natureza da Ciência e poder ser utilizado como um instrumento didático. Percebemos diversos momentos que poderiam ilustrar justamente a oposição às concepções errôneas elencadas por Cachapuz et. al. (2005).

Ressaltamos que é importante a presença do professor mediador, que conduz o debate e direciona o olhar dos alunos para trechos menos evidentes, os quais podem passar despercebidos pelo fato de os alunos não terem tanto aprofundamento nos conteúdos de NdC durante as disciplinas de graduação.

Quanto ao conteúdo de física conceitual, não era a nossa intenção explorar esse conteúdo, apesar de ser possível em certa medida. Acreditamos que nesse sentido seria ainda mais necessária a intervenção do professor, e provavelmente a dinâmica teria que ser diferente, contando com pausas, complementando uma aula teórica mais estruturada. De qualquer forma, os alunos tiveram a percepção de que o filme apresenta poucos conceitos e de forma implícita, e talvez o mais indicado para ser explorado seja sobre a radioatividade.

A partir dos registros selecionados pelo nosso dispositivo analítico, entendemos que os estudantes participantes tiveram a percepção de alguns tópicos que são relativos a aspectos da NdC, principalmente no que diz respeito a questão de gênero (intensamente retratada no filme); a vida pessoal do cientista (dotado de emoções e sentimentos, como qualquer ser humano); e a influência que a sociedade e a política têm sobre o desenvolvimento da ciência, podendo impor dificuldades ao trabalho do cientista.

Dentro do que era nosso objetivo de pesquisa, verificamos que o fato do aluno de licenciatura ter percebido diversas situações mostradas no filme que podem ser considerados aspectos da NdC, não necessariamente significa que a concepção estará solidificada para esse aluno, nem que haverá uma mudança em seu futuro trabalho em sala de aula.

Parece haver ainda um paradigma muito rígido de que, ao se tornar professor, eles devem ensinar o conteúdo conceitual, carregado de teorias e leis da física, em

detrimento do conteúdo de NdC, o olhar crítico sobre a ciência, que para eles ficou destinada a ser apenas comentado brevemente na disciplina de História da Física. Acreditamos que seja possível trabalhar esses aspectos dentro dos temas conceituais, porém questionamos a ausência de uma disciplina específica de Filosofia da Ciência em um curso de licenciatura, a qual poderia trabalhar esses aspectos profundamente, e trazendo uma reflexão real sobre o desenvolvimento da ciência para esses futuros professores.

Por fim, identificamos a partir dos nossos referenciais o quanto a discussão a respeito da NdC necessita avançar, no sentido de poder abranger problemáticas mais específicas – e ainda atuais – como a questão de gênero. Mesmo que exista um esforço de estabelecer uma disciplina curricular focada em trabalhar a NdC, provavelmente ela ainda seria insuficiente para se discutir a participação das mulheres na ciência, os obstáculos da carreira da cientista mulher, o preconceito de gênero e as relações de poder existentes. A simples menção a um ‘contexto social’, ou ‘modelos culturais e históricos de uma sociedade’ no qual a ciência se insere, acaba sendo superficial para um tema dessa complexidade.

Esperamos que essa pesquisa possa inspirar outros professores a aproveitarem os benefícios de se usar um filme como recurso didático em sala de aula, e levantar mais questões a respeito da Natureza da Ciência e suas definições, de como as disciplinas podem abordar esse conteúdo de maneira integrada às disciplinas conceituais, visando instrumentalizar e fornecer uma formação mais sólida dos futuros professores; pois são eles que estarão à frente de uma sala de aula para propagar o ensino da Física contextualizada e de maneira crítica..

REFERÊNCIAS

AGRELLO, D. A.; GARG, R. Mulheres na física: poder e preconceito nos países em desenvolvimento. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 1305-1-1305-6, 2009.

ANTUNES, Ettore Paredes et al. Instrumentos para aferir as concepções de natureza da ciência-um estudo exploratório. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XI ENPEC, 2017, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/listaresumos.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BARBOSA, L. J.; NASCIMENTO, H. H. F., NETO, J. E. S. Concepções dos Estudantes do Ensino Médio sobre Natureza da Ciência. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC, 2019, Natal. **Atas...** Natal: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/lista_area_03_1.htm>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BARBOSA, M. C.; LIMA, B. S. Mulheres na Física do Brasil: Por que tão poucas? E por que tão devagar? In: YANNOULAS, S. C. (Org.) *Trabalhadoras: análise da feminização das profissões e ocupações*. Brasília: Editorial Abaré, 2013.

BARROS, S. C. V.; MOURÃO, L. Trajetória profissional de mulheres cientistas à luz dos estereótipos de gênero. *Psicologia em Estudo*, v. 25, p.1-16, 2020.

BASILIO, S.; POLATI, F.; CARDOSO, D. Em busca da pluralidade da natureza da ciência em sala de aula: o caso “Arthur Stanley Eddington e a expedição do eclipse solar de 1919”. In: XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2018, Campos do Jordão. *Anais do XVII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - XVII EPEF*, 2018. Disponível em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/epf/xvii/sys/resumos/T0257-1.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). *Educação é a Base*. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2020.

BRASIL. MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>>. Acesso em: 05 abr. 2020.

BRASIL. Resolução CNE/CP 1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de Licenciatura, de Graduação plena. Brasília: DOU, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados-82187207/12861-formacao-superior-para-a-docencia-na-educacao-basica?Itemid=164>>. Acesso em: 06 abr. 2020.

BRASIL. Resolução CNE/CEB 3, de 21 de novembro de 2018. Atualiza as diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio. Brasília: DOU, 2018. Disponível em: <<http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnem.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2021.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES. (Org.). A necessária renovação do ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

CASTILHO, T. B.; MELLINI, C. K. Os saberes docentes dos professores de Ciências da Natureza sobre aspectos da Natureza da Ciência. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC, 2019, Natal. Atas... Natal: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0536-1.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2020.

CÔELHO, M. S.; QUEIRÓS, W. P. A história do telescópio de Galileu e suas contribuições para a discussão da natureza da ciência na formação de professores. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - X ENPEC, 2015, Águas de Lindoia. Atas... Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/lista_area_03.htm>. Acesso em: 10 abr. 2020.

CUNHA, U. F. C.; MIRANDA, C. M.; RAMBO, M. K. D. Mulheres nas Ciências Exatas e Tecnologias: Um olhar para a Universidade Federal do Tocantins – uft na perspectiva de gênero. Humanidade & Inovação, v. 7, n. 2, p.276-289, 2020

DE FREITAS, K. C. História e Filosofia das Ciências e formação de professores: possibilidades para uma alfabetização científica. Scientia, v. 8, n. 26, 2019.

DE SOUSA, A. F.; MOURA, B. A. Aspectos da Natureza da Ciência na Crônica E se um asteroide... de Luís Fernando Veríssimo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (22 : 2017 : São Carlos, SP). Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2017. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxii/sys/resumos/T0018-1.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2020.

DE SOUSA, A. F.; MOURA, B. A. Os planos no filme Gattaca: subsídios para discutir a Natureza da Ciência pelo Cinema. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - X ENPEC, 2015, Águas de Lindoia. Atas... Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2015. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/listaresumos.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

DEROSSI, I. N; FREITAS-REIS, I. Uma educadora científica no século XIX e algumas questões sexistas por ela enfrentadas: Marie Curie superando preconceitos de gênero. Educación Química, v. 30, n. 4. p. 89-97. 2019

DINIZ, N. P.; REZENDE JR., M. F. Percepções sobre a Natureza da Ciência e sobre o Cientista: uma revisão nas atas do ENPEC. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XI ENPEC, 2017, Florianópolis. Atas... Florianópolis: ABRAPEC, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/listaresumos.htm>>. Acesso em: 11 abr. 2020.

FONSECA, D. S. et al. Pressão atmosférica e natureza da ciência: uma sequência didática englobando fontes primárias. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 34, n. 1, p. 64-108, 2017.

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

HYGINO, C. B.; SOUZA, N. S.; LINHARES, M. P. Reflexões sobre a Natureza da Ciência em Aulas de Física: estudo de um episódio histórico do Brasil colonial. *Experiências Em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 2, p. 14-24, 2012.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of Science for Science education. *Science & Education*, v. 20, n.7-8, p. 591-607, 2011.

DA CONCEIÇÃO, J. M.; TEIXEIRA, M. R. F. Mulheres na ciência: um estudo da presença feminina no contexto internacional. # Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 1, 2018.

LONDERO, L.; BORTOLETTO, A. Natureza da Ciência na formação de professores de Física por meio do debate de “Einstein e Eddington”. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 2016.

MARIE CURIE: the courage of knowledge. Direção de Marie Noëlle. Alemanha, França, Polônia, 2016. 1 DVD (95 min.).

MASSONI, N. T.; CARVALHO, F. A.; BOARO, D. A. Refletindo relações entre concepções da natureza da ciência e práticas didáticas no ensino de física: investigações que buscam instrumentalizar futuros professores. *Anais do XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, p. 1-8, 2016. Disponível em: <<http://www1.sbfisica.org.br/eventos/enf/2016/sys/resumos/T0446-1.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2020.

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. Ensino de física em uma escola pública: um estudo de caso etnográfico com um viés epistemológico. *Investigações em ensino de ciências*, v. 17, n. 1, p. 147-181, 2012.

MOTA, G. P. R.; GONTIJO, G. B.; OLIVEIRA, J. R. S. Atividades didáticas para abordagem da natureza da ciência em sala de aula: uma revisão. In: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - X ENPEC*, 2015, Águas de Lindoia. Atas... Águas de Lindoia: ABRAPEC, 2015. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/lista_area_03.htm>. Acesso em: 10 abr. 2020.

MOUL, R. A. T. M.; ARAÚJO, M. R. P.; SILVA, T. K. F.; MARQUES, T. P. S.; SILVA, R. N. M. A natureza da Ciência e suas contribuições para o ensino: como estudantes da educação básica veem os cientistas. *Revista da SBEnBIO*, v. especial, p. 3866-3875, 2016.

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*, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

NUNES, R. C.; DE QUEIRÓS, W. P. Imagens deformadas sobre a natureza da ciência no conteúdo de Relatividade Especial nos livros didáticos do PNLD-2018. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC, 2019, Natal. Atas... Natal: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/listaresumos_1.htm>. Acesso em: 10 abr. 2020.

OLIVEIRA, B. J. Cinema e imaginário científico. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13, (suplemento), p. 133-150, 2006.

OLIVEIRA, L. D. Aprendendo Física com o Homem-Aranha: Utilizando cenas do filme para discutir conceitos de Física no ensino médio. *A Física na Escola*, v. 7, n. 2, p. 79-83, 2006.

OLIVEIRA, R. A.; MARTINS, A. F. P.; SILVA, A. P. B. Thomas Young e a teoria ondulatória da luz no início do século XIX: aspectos conceituais e epistemológicos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, n. 2, 2019.

OLIVEIRA, W. C.; FERREIRA, J. M. H. Natureza da Ciência na licenciatura em Física do IFRN: comparando ingressantes e concluintes. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - VIII ENPEC, 2011, Campinas. Atas... Campinas: ABRAPEC, 2011. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/listaresumos.htm>. Acesso em: 11 abr. 2020.

PIASSI, L. P.; PIETROCOLA, M. Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de 'encontrar erros em filmes'. *Educação e pesquisa*, v. 35, n. 3, p. 525-540, 2009.

PINTO, T.; RAPOSO, W. Discutindo História e Filosofia da Ciência e a Natureza da Ciência no laboratório didático de física: o caso Galileu e a queda dos corpos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21 : 2015 : Uberlândia, MG). Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0707-1.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2020.

RIBEIRO, D. M. S.; SANTOS, A. F. dos; PAIVA, G. E. R.; SILVA, M. S. Concepções de Professores de Ciências e de Estudantes de Licenciatura em Física da Região de Salgueiro-PE Sobre a Natureza da Ciência. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (21 : 2015 : Uberlândia, MG). Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2016. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxi/sys/resumos/T0681-1.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2020.

ROCHA, J. A.; SILVA, A. C. T. Compreensões de alunos de nível médio sobre descoberta: discussões em torno do episódio da descoberta da radioatividade em

uma sequência de ensino e aprendizagem. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 24, n. 2, p. 56-71, 2019.

ROSA, V. M.; GARCIA, I. K. Os Mapas Conceituais como Ferramenta na Análise do Dinamismo das Concepções sobre a Natureza da Ciência. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.12, n.5, p. 145-156, 2017.

SANTOS, G. D.; SILVA, B. V. C.. Natureza da Ciência por alunos de Licenciatura em Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 7, n. 4, P.630-647, 2013.

SILVA, B. V. C. A natureza da ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. *Latin-American Journal of Physics Education*, v. 4, n. 3, p. 24, 2010.

SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. O desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo referente à temática Natureza da Ciência: a influência do conhecimento da compreensão de Ciência dos estudantes. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - XII ENPEC, 2019, Natal. Atas... Natal: ABRAPEC, 2019. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/listaresumos_1.htm>. Acesso em: 12 abr. 2020.

SILVA, C. C.; PAGLIARINI, C. R. A natureza da ciência em livros didáticos de física. Atas do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xi/atas/resumos/T0145-1.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2020.

SILVA, M. L. S. et al. Natureza da Ciência no Ensino Fundamental: por que não?. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 3, p. 1-30, 2017.

VITAL, A.; GUERRA, A. A natureza da ciência no ensino de Física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 2, p. 225-257, 2014.

SÃO PAULO. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Currículo Paulista Ensino Médio, 2020. Disponível em: <<https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/wp-content/uploads/sites/7/2020/08/CURR%C3%8DCULO%20PAULISTA%20etapa%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>> . Acesso em 15 fev. 2021.

DE OLIVEIRA, A. J.. Albert Einstein aconselhou Marie Curie a “ignorar os trolls” em 1911, *Revista Galileu*, 15 dez. 2014. Ciência. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2014/12/albert-einstein-aconselhou-marie-curie-ignorar-os-trolls-em-1911.html>>. Acesso em 12 de out. 2021.

CARVALHO F. P. Marie Curie: pioneira na descoberta da radioatividade, dos primeiros radionuclídeos, e suas aplicações em medicina. *Gazeta de Física*, v. 37, n. 1, p. 1-9, 2014.

NAPOLITANO, M. Como usar o cinema na sala de aula. São Paulo: Contexto, 2003.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.