

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 atórica – 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 (COELHO; 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

questionamentos, os quais também devem estar fundamentados numa boa visão sobre a construção do conhecimento científico ao longo da história.

CAPÍTULO 2. O USO DO CINEMA NA MEDIAÇÃO DA FÍSICA ESCOLAR

Neste capítulo exploramos as funções do cinema como ferramenta no ensino, especificamente no ensino de Física, o porquê usar cinema em sala de aula, e as possibilidades que se abrem com seu uso.

Procuramos fazer um extenso levantamento das pesquisas realizadas nesta temática, identificando as metodologias, os gêneros cinematográficos utilizados, os objetivos destas pesquisas, como são as orientações quanto ao uso do cinema em sala de aula, e qual é a visão dos professores sobre o assunto, visto que, após a realização da pesquisa, são eles os responsáveis por adotar ou não essa metodologia em suas aulas.

No último tópico, exploramos apenas as pesquisas que relatam a elaboração e/ou aplicação de propostas de ensino com uso do cinema, detalhando o que os pesquisadores levam em consideração e como tem planejado essas propostas.

2.1 NOÇÕES E FUNÇÕES DE USO

Passado mais de um século de seu surgimento, o cinema está na vida contemporânea não apenas como entretenimento ou negócio, mas também como linguagem formadora de opinião, propagadora de valores e aparato pedagógico (CHRISTOFOLETTI, 2009). Há pelo menos trinta anos professores utilizam o cinema como apoio às aulas, valendo-se de aparatos tecnológicos acessíveis (principalmente VHS, DVD, e atualmente as plataformas de *streaming* pela internet) para trazer os conteúdos de maneira mais atraente do que as tradicionais aulas expositivas (CHRISTOFOLETTI, 2009).

Neste sentido, como recurso didático, o cinema se configura como uma alternativa e com alto potencial educativo para ser usado em sala de aula, independente do nível escolar. A utilização de diferentes meios de comunicação contribui para ampliar as fronteiras do ensino, e pode ser estimulante por diversificar a maneira de propagar informações, com uso de diferentes sentidos e múltiplas

abordagens. A linguagem do cinema é composta de quadros, movimentos de câmera, cortes e planos; e deve ser compreendida da mesma maneira que a leitura de um texto.

Viglus (2009, p.4-5) afirma que “os filmes transmitem mensagens que traduzem valores culturais, sociais e ideológicos de uma sociedade e de uma determinada época, dessa forma podem ser um instrumento para estimular os jovens ao conhecimento da cultura geral”. Ainda nesse sentido, Napolitano (2003) ressalta que:

Trabalhar com o cinema em sala de aula é ajudar a escola a reencontrar a cultura ao mesmo tempo cotidiana e elevada, pois o cinema é o campo no qual a estética, o lazer, a ideologia e os valores sociais mais amplos são sintetizados numa mesma obra de arte. Assim, dos mais comerciais e descomprometidos aos mais sofisticados e “difíceis”, os filmes têm sempre alguma possibilidade para o trabalho escolar. (p.11-12)

A associação do ensino com alguma expressão artística e cultural pode promover a interdisciplinaridade entre conhecimentos e uma maior contextualização, produzindo um estímulo extra à aprendizagem, desde que seja bem conduzida pelo professor. O professor possui papel fundamental ao planejar uma atividade que envolva a utilização de um filme, de modo que sem o planejamento dificilmente se cumprirá a função pedagógica.

Ainda que possamos falar do uso do cinema como ferramenta de ilustração, motivação e estímulo (atributos dados com frequência por parte de professores e pesquisadores), cabe ressalva que o cinema não é a solução de todos os problemas encontrados na educação quanto à falta de motivação e interesse por parte dos alunos. Existem questões mais amplas relacionadas à insuficiência da escola, às políticas públicas e à desvalorização dos profissionais da educação e do conhecimento escolar por parte da sociedade, que não podem ser negligenciadas (NAPOLITANO, 2003).

2.2 O USO DO CINEMA NA EDUCAÇÃO E NO ENSINO DE FÍSICA

Devido às modificações do contexto escolar surge a necessidade de tornar as aulas dinâmicas. Na disciplina de física, em geral, os alunos manifestam não conseguir relacionar conceitos, prendendo-se a equações matemáticas, por meio da ótica de que é uma disciplina difícil (SANTOS; FARIA; SANTOS, 2017).

Zanetic (1989) aponta que a física é mal ensinada nas escolas, muitas vezes descolada da vida atual, restringindo-se à memorização de fórmulas a serem aplicadas para resolver exercícios típicos de exames vestibulares. Como sugestão, ele sugere:

Para mudar esse quadro o ensino de física não pode prescindir, além de um número mínimo de aulas, da conceituação teórica, da experimentação, da história da física, da filosofia da ciência e de sua ligação com a sociedade e com outras áreas da cultura. Isso favoreceria a construção de uma educação problematizadora, crítica, ativa, engajada na luta pela transformação social (ZANETIC, 1989, p. 21).

Por algumas décadas, vestibulares e exames de aprovação se tornaram, na grande maioria das escolas, o foco principal como justificativa do *por que* de estudar, o que atinge em especial as disciplinas da área de ciências, como a física (CARDOSO; JUNIOR; PIASSI, 2017). Além disso, como uma das dificuldades encontradas, Santos, Faria e Santos (2011) corroboram com Zanetic (1989) ao pontuarem que:

(...) a ênfase no formalismo matemático, (...) contribuindo dessa forma em um desestímulo em aprender física, tornando necessário o desenvolvimento de novas estratégias de ensino-aprendizagem, capazes de despertar a curiosidade dos alunos. Dentre essas possibilidades está a utilização de materiais alternativos na sala de aula, que facilitariam o processo de ensino-aprendizagem do estudante, tornando as aulas menos entediantes (SANTOS; FARIA; SANTOS, 2017, p. 1).

Ainda, Santos, Faria e Santos (2011) expõem:

Partindo dessa premissa, o cinema constitui-se em uma boa opção, atuando como ferramenta de formação cultural e de estímulo cognitivo aos estudantes. A utilização da sétima arte no ensino de Física propicia ao professor o desenvolvimento de novas metodologias em sala de aula, o que pode representar um modo profícuo para a investigação de questões relativas à Física e suas relações com o cotidiano (SANTOS; FARIA; SANTOS, 2017, p.2).

Podemos encontrar também nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) encaminhamentos sobre a proposta pedagógica das unidades escolares, no intuito de trazer mais dinamismo ao processo de aprendizagem:

Art. 27. A proposta pedagógica das unidades escolares que ofertam o ensino médio deve considerar:

I – atividades integradoras artístico-culturais, tecnológicas e de iniciação científica, vinculadas ao trabalho, ao meio ambiente e à prática social; (...)

VIII – utilização de diferentes mídias como processo de dinamização dos ambientes de aprendizagem e construção de novos saberes; (...)

X – atividades sociais que estimulem o convívio humano; (BRASIL, 2018, p.14)

Dentro dessa abordagem, o cinema surge como importante fator cultural, expressão artística de linguagem própria, com potencial para ser usado no ensino de ciências e de física, especificamente. Por meio da imaginação, emoção, e representação da realidade, as obras fílmicas auxiliam os estudantes na percepção de fenômenos que muitas vezes não são alcançados por meio de uma equação ou enunciado que lhes são postos na lousa ou a partir de livros (COSTA; PENIDO; HOHENFELD, 2019).

A sétima arte é capaz de contemplar tanto as sugestões de estratégias aqui levantadas por pesquisadores, como as orientações contidas nos documentos oficiais brasileiros voltados para a educação básica.

2.2.1 AS PESQUISAS SOBRE O USO DO CINEMA NO ENSINO DE FÍSICA

Em um breve levantamento, percebemos que são poucos os trabalhos publicados em periódicos e nos principais eventos da área de ensino de ciências e ensino de física (EPEF, SNEF, ENPEC) que envolvem o uso de filmes, quando comparado ao total de trabalhos que são submetidos todos os anos para estes mesmos eventos.

Papa e Housome (2019) realizaram uma revisão de literatura para mapear os trabalhos que fazem uso de filme/vídeo de cunho comercial e educacional nas atas do EPEF, SNEF e ENPEC em um intervalo de dez anos, de 2007 a 2017, por meio da busca pelas palavras-chave audiovisual, cinema, ficção científica, filme e vídeo.

Os autores informam que encontraram um total de 115 trabalhos, de diversas naturezas. Segundo eles, grande parte dos trabalhos encontrados utilizavam filmes de cunho comercial como material central da pesquisa, analisavam a eficácia de séries televisivas educativas e, também, incentivava a produção de vídeos pelos alunos e/ou professores.

Papa e Housome (2019, p. 7) apontam que “muitos desses trabalhos analisados foram atividades pontuais, realizados por grupos de pesquisa (a maioria da graduação e pós-graduação) para a realização de coleta de informação para análise da eficiência da prática em sala de aula”. Essa consideração indica que o cinema ainda é subutilizado em sala de aula pelo professor como estratégia didática.

Com relação aos gêneros cinematográficos mais usados, existe uma predominância da ficção científica (PAPA; HOUSOME, 2019). Essa constatação, em certa medida, já era esperada pelo fato da ficção científica apresentar elementos que causam o espanto e estranhamento frente ao incomum. Porém, diferente de outros gêneros, a ficção obriga a pensar o incomum como uma conjectura plausível, que emprega a lógica científica e estabelece alguma ligação com o real e cotidiano possível (PIASSI; PIETROCOLA, 2009).

A partir de informações quantitativas, os autores afirmam que existe uma tendência de aumento de pesquisas envolvendo o áudio visual no ensino de física nos últimos anos, mas que ainda é pouco representativa, da ordem de 1%. Cabe a ressalva que, dentro deste levantamento, a presença de filmes cinematográficos compartilha seu espaço com produções educacionais, vídeos de canais do site *YouTube* e séries televisivas, ou seja, a presença do cinema acaba sendo ainda menor do que 1%.

Os autores acabam por concluir que o recurso audiovisual permite que o aluno aproxime sua realidade com o conteúdo ensinado em sala de aula, e torna a ciência prática e aplicável (PAPA; HOUSOME, 2019).

Pensamos que não existe restrição com relação às temáticas da física que podem ser abordadas em propostas envolvendo filmes, uma vez que depende apenas da intenção e da estruturação que o professor responsável pode dar à sua proposta, por meio da seleção do filme que mais convém com a temática que ele objetiva trabalhar com os alunos.

Nossos levantamentos indicam que há maior disposição para abordar temas relativos à mecânica (cinemática em geral, queda dos corpos, colisões, inércia) e física moderna (relatividade, buracos negros e ideias sobre viagem no tempo). Foram nove trabalhos com conteúdos de física moderna e doze trabalhos com conteúdos de mecânica, de um total de 24 que utilizaram filmes com proposta pedagógica e mostraram o tema da física que foi abordado. Vale mencionar que alguns trabalhos traziam mais de um filme na proposta, ou então um filme com várias cenas trabalhando temas diferentes, mas existe uma predominância de alguns temas em detrimento de outros.

Papa e Housome (2018), em outra pesquisa, verificaram a presença de citações ou ações pedagógicas indicadas nos livros didáticos do PNLD 2015. Este

olhar se mostra bastante interessante uma vez que o livro didático é o material base do professor em sala de aula, e poderia conter sugestões variadas de possibilidades de trabalho. Foram analisadas 11 coleções (cada uma com 3 volumes), sendo que em quatro delas não há qualquer indicação de filmes a ser utilizado, e a presença mínima de indicação em outras três. Segundo os autores “este resultado indica que a utilização de filmes em sala de aula ainda não faz parte da grande maioria do universo dos autores de livros didáticos de física” (PAPA; HOUSOME, 2018, p. 7).

Mattos e Souza (2017) realizaram uma pesquisa na qual visaram conhecer o que pensam os alunos de ensino médio sobre a utilização de obras cinematográficas no ensino-aprendizagem de conceitos de física. Questionários foram coletados após uma sequência de ensino envolvendo filmes, e os autores verificaram que:

(...) na visão dos alunos, o recurso audiovisual do cinema em sala de aula representou um atrativo, visto que acreditam facilitar o processo de ensino aprendizagem, além de “motivar a aula”, “sair do cotidiano” e “tornar as aulas mais produtivas e menos entediantes”. Dessa forma, o uso de vídeos nessa situação de ensino, na visão dos alunos, não atuou apenas como um meio de entretenimento, mas como um facilitador para o ensino aprendizagem, além do aumento na motivação dos mesmos após a exibição das cenas e durante as atividades propostas (MATTOS; SOUZA, 2017, p.7-8).

Esta consideração, apesar de ser um recorte feito em apenas uma escola, mostra uma grande aceitação e valorização por parte dos estudantes, os quais são beneficiados ao se pensar em novos recursos didáticos e processos metodológicos para o ensino da física.

Em nossos levantamentos de artigos que apresentam aplicação de propostas de ensino com uso de cinema, observamos praticamente a unanimidade entre os autores ao afirmar que as propostas foram bem recebidas, prendendo a atenção dos estudantes e envolvendo-os nas atividades implementadas, criando um ambiente favorável ao aprendizado, à interação, e às discussões. Essa constatação confirma os aspectos positivos de se usar o cinema como recurso, ainda que as pesquisas não sejam tão numerosas e que seja subutilizado.

2.2.1.1 O USO DO CINEMA POR PROFESSORES DE FÍSICA

Dedicamos este tópico a descrever o que dizem, e como procedem os professores com relação ao uso do cinema no ensino, e especificamente no ensino

de física a partir de estudos publicados. É certo que, se são eles os principais agentes mediadores do processo de ensino, ouvir o que os professores têm a dizer é parte importante de nossa investigação. A partir de seus discursos podemos entender as dificuldades encontradas, o nível de preparação, como imaginam que este tipo de atividade pode impactar seu trabalho em sala de aula, e possivelmente os resultados que eles têm observado no processo de aprendizagem dos alunos quando da utilização de filmes em sala de aula.

Encontramos na obra de Napolitano (2003) os primeiros – e mais sucintos – indicativos de que o professor necessita ter um cuidado especial ao trabalhar com filmes. Segundo o autor

A peculiaridade do cinema é que ele, além de fazer parte do complexo da comunicação e da cultura de massa, também faz parte da indústria do lazer e (não nos esqueçamos) constitui ainda obra de arte coletiva e tecnicamente sofisticada. O professor não pode esquecer destas várias dimensões do cinema ao trabalhar filmes em atividades escolares. (...) é preciso que o professor atue como mediador, não apenas preparando a sala antes do filme como também propondo desdobramentos articulados a outras atividades, fontes e temas. (...) É preciso que a atividade escolar com o cinema vá além da experiência cotidiana, porém sem negá-la. (...) deve propor leituras mais ambiciosas além do puro lazer, fazendo a ponte entre emoção e razão de forma mais direcionada, incentivando o aluno a se tornar um espectador mais exigente e crítico, propondo relações de conteúdo/linguagem do filme com o conteúdo escolar (NAPOLITANO, 2003, p.14-15)

Cabe ao professor, portanto, estabelecer os objetivos de uma atividade desse gênero para que não se torne algo vazio, ou apenas momento de lazer, uma vez que o cinema passa a agir como ferramenta didática a partir da intervenção do professor (PAPA; HOUSOME, 2019; MATTOS; SOUZA, 2017)

Na maioria dos casos, os professores costumam usar os filmes como complementação do conteúdo específico que estão abordando, a fim de motivar seus alunos, contextualizar um assunto, ou apresentar conceitos. São poucos os professores que enxergam as dimensões citadas anteriormente que podem ser alcançadas através dos filmes, proporcionando maior envolvimento e olhar crítico entre disciplinas, natureza do conhecimento científico, e integração cultural na escola. Percebe-se que os professores necessitam de formação sobre a linguagem cinematográfica, para que constituam formas de apreciação e leitura dos filmes, bem como suas potencialidades pedagógicas (SOUZA; GUIMARÃES, 2013).

Souza e Guimarães (2013) forneceram algumas pistas das concepções dos professores em uma pesquisa que investigaram as práticas pedagógicas

relacionadas ao uso de filmes em contexto escolar, nos anos finais do ensino fundamental. Ao questionar professores sobre como eles utilizam os filmes em sala de aula, alguns relatam não usar filmes com frequência justamente por não encontrar maneiras de relacionar com o conteúdo da disciplina que ministram; outros acabam deixando transparecer que, em determinado período do ano, o uso do filme acaba sendo desvinculado de intenção pedagógica, apenas como lazer; e, por fim, os autores percebem que existe um esforço por parte dos professores em afirmar que existe uma cobrança de avaliação ou relatório a partir do filme, como se isso garantisse que está relacionado a uma ação intencional e pedagógica.

Christofoletti (2009), em um trabalho parecido, questionou 55 docentes de 11 cursos diferentes de uma instituição de ensino superior, para entender de que forma o uso de vídeos e filmes funcionam como suportes pedagógicos. De maneira geral, os resultados apontam para o uso comum do cinema no ensino superior, mas a frequência dessa utilização não é tão alta. A maioria dos docentes afirma preferir utilizar filmes do gênero documentário, seguido por ficção. Quando questionados do porquê recorrem à exibição cinematográfica, surgem respostas interessantes: “estímulo à reflexão dos temas”, “integrar teoria e prática”, “auxílio na explicação do conteúdo” e “ilustrar o conteúdo” são algumas das respostas. O autor afirma que “com isso, aspectos diversionais ou lúdicos são geralmente relegados a escassos momentos da rotina educacional” (CHRISTOFOLETTI, 2009, p.610).

Ainda neste trabalho, a grande maioria dos professores expressa que percebem aprovação por parte de seus alunos no uso de filmes, e entusiasmo com os conteúdos da disciplina (CHRISTOFOLETTI, 2009).

Aproveitamos este tópico para expor os obstáculos que surgiram, a partir do relato de professores, para poder utilizar o cinema como recurso pedagógico. O principal problema exposto está relacionado à infraestrutura do ambiente escolar, seja pela falta de equipamentos de exibição e acesso à internet, seja pelo espaço físico sem condições adequadas (relativas à iluminação e acústica). Outro fator que pode ser um limitador deste tipo de atividade utilizando filmes é o tempo. Percebemos que, nos artigos contendo propostas de ensino analisados, as atividades costumam ser planejadas pelos pesquisadores para muitas aulas, e duram semanas, o que, na realidade do professor responsável da disciplina, muitas vezes acaba sendo inviável.

Uma última dificuldade que deve ser discutida é a necessidade de alguma formação específica, ou algum tipo de incentivo para que os professores tenham mais liberdade e confiança de aliar o cinema em suas metodologias, não de maneira aleatória, mas devidamente planejada e com objetivos concretos de aprendizagem, de preferência aproveitando-se as dimensões que este tipo de linguagem oferece.

2.2.1.2 ELABORAÇÃO/APLICAÇÃO DE PROPOSTAS DE ENSINO DE FÍSICA COM USO DE CINEMA

Em outra revisão dos eventos ENPEC e SNEF, feita no intervalo de 2011 a 2017, Costa, Penido e Hohenfeld (2019) se debruçaram em analisar também o perfil de abordagens dos artigos envolvendo o uso de filmes no ensino de física, e criaram cinco categorias:

1. Interdisciplinaridade: artigo que usa o cinema como forma de dialogar com disciplinas além da física;
2. Contextualização: abordar, através do filme, questões do dia a dia e realidade do estudante;
3. Identificação de erros científicos: o trabalho procura apontar ou analisar os erros científicos que os filmes costumam veicular, buscando desmistificar esses conceitos errôneos;
4. História da Ciência: aborda questões históricas da física utilizando da cinematografia;
5. Ensinar conceitos: ensinar conteúdos de física utilizando um filme como instrumento visual de fenômenos.

Segundo o levantamento, todas as categorias foram encontradas ao longo dos trabalhos e nos eventos analisados, sendo que a maioria das propostas se concentra na categoria 'Ensinar conceitos', seguida pela 'Interdisciplinaridade'.

De acordo com o nosso olhar, consideramos essas cinco categorias adequadas como forma de classificação das propostas didáticas, pois contemplam a revisão que fizemos de artigos que abordam essas propostas. As categorias contextualização e interdisciplinaridade muitas vezes são elaboradas nas pesquisas, no entanto são as menos aplicadas de fato em uma sala de aula.

A maioria das pesquisas que utilizam filme voltadas para o ensino de física pretende criar sequências didáticas para ensinar ou ilustrar conceitos; ou uma mescla de ensinar conceitos a partir do reconhecimento de fenômenos (ou erros) e discussão da veracidade dos princípios físicos envolvidos (LOBO et al., 2006; SILVA et al., 2005; MACHADO; SANTOS, 2015; SOUZA et al., 2015). Como exemplo bastante representativo temos o trabalho de Oliveira (2006), que faz uma análise de cenas do filme Homem Aranha, inclusive realizando cálculos com auxílio de cronômetro para verificar se as cenas são fisicamente possíveis, e listando os tópicos de física apropriados de serem discutidos.

Para além dessa abordagem, Piassi e Pietrocola (2009) se aprofundam nas obras de ficção científica (FC) para defender que existem possibilidades de análise mais amplas nessas obras.

A FC, mais do que um possível recurso didático para o ensino de ciências, constitui um discurso social sobre a ciência. Isso implica que é possível encontrar nas obras de FC visões, debates e questões a respeito das ciências em voga no momento de produção das obras. Assim, abordar ciência a partir da FC é mais do que simplesmente procurar conceitos veiculados em filmes e livros. Para tal abordagem mais profunda da obra de ficção, são necessários instrumentos que permitam uma análise que vá além dos aspectos superficiais. (PIASSI; PIETROCOLA, 2009, p.537)

Fica claro que a análise pode ser mais aprofundada no ensino de ciências em geral, e não apenas no ensino de física; e nos perguntamos se essa abordagem também pode ser feita em obras de gêneros diferentes da ficção científica. De certa forma é o que nossa pesquisa procurou explorar utilizando filmes.

Neste sentido encontramos pesquisas que elaboraram propostas para abordar a História da Ciência (HC), Natureza da Ciência (NdC), ou a relação entre Ciência e Tecnologia e Sociedade (CTS) a partir de filmes. Tais propostas olham para o possível uso do filme de maneira crítica a fim de usá-lo em sala de aula, indicando os níveis de ensino em que a proposta poderia ser aplicada, e os tópicos que podem emergir da obra cinematográfica (MATTOS; PIERSON, 2018; CASTILHO et al., 2017; ROCHA et al., 2019). Por outro lado, também há relatos de experiência que de fato utilizaram filmes em sala de aula, com finalidade de debater aspectos da NdC, tendo bons resultados como possível caminho na formação crítica dos estudantes (LONDERO; BORTOLETTO, 2016; LONDERO; SORPRESO, 2017).

As metodologias, em geral, tendem a utilizar cenas de filmes para iniciar discussões a respeito dos conceitos envolvidos (sejam conteúdos disciplinares ou

conteúdos *sobre* ciência). Os dados se constituem a partir de respostas dos alunos, coletadas por observação direta, gravação ou questionários.

Um ponto de atenção que alguns artigos se preocuparam em investigar é a importância do papel de mediador do professor ao conduzir a sequência didática, uma vez que a identificação de conceitos ou erros conceituais, e a provocação inicial para um debate dependem em grande parte da preparação e de suas escolhas metodológicas para que tenha o melhor aproveitamento possível.

(...) o educador necessita descobrir nos filmes o processo de escolarização e retirar deles reflexões que instiguem os alunos a raciocinar mais profundamente, pois aí está a chave da utilização do cinema na sala de aula. A informação que deve ser retirada do filme nem sempre está explícita nas cenas, pode estar subentendida em uma fala, em um cenário, em um modo de agir dos personagens, etc. Cabe ao professor direcionar a ligação entre o filme e o conhecimento (COELHO; VIANA, 2010, p.92).

Em relação aos gêneros de filmes, podemos dizer que muitos deles são contemplados sendo alguns mais propensos de serem escolhidos. Possivelmente a escolha do gênero fílmico se dá de acordo com o público ao qual será exibido, portanto, levando em consideração que a maioria dos trabalhos visa os alunos do ensino médio, existe preferência pela escolha de filmes de ação, aventura e ficção científica, que falam mais aos alunos desta faixa etária. Mesmo assim, encontramos trabalhos que fazem uso do gênero drama aplicando a proposta à alunos de licenciatura, e filmes de desenho ou animação em propostas aplicadas ou recomendadas de serem aplicadas aos alunos do ensino fundamental.

Quanto às dificuldades, as pesquisas que colheram relatos dos professores apontam que os principais empecilhos que surgem neste tipo de atividade são a carência de estrutura que a escola pode ter, seja de espaço físico adequado ou de equipamentos em bom estado de conservação para se exibir o filme; e a dificuldade de organizar o tempo da atividade, visto que as pesquisas variam entre exibir o filme completo ou exibir cenas do filme, mas também existe o momento anterior, em que os professores às vezes necessitam explicar a atividade e organizar a turma, e o momento posterior ao filme, no qual é interessante aplicar um questionário ou promover uma discussão logo em seguida da exibição do filme. Geralmente a sequência didática aconteceu em várias aulas e necessitou muitas horas, o que acaba sendo inviável em muitas instituições e desencorajando os professores responsáveis a pensar uma atividade deste tipo; sabemos que em alguns lugares

existe cobrança por parte da coordenação escolar quanto ao andamento da disciplina e do conteúdo curricular.

Ao avaliar o aproveitamento e aceitação dos alunos ao uso do cinema em sala de aula, os autores dos trabalhos observam a participação, comportamento, e nível das respostas dos alunos nos debates realizados a fim de constatar que houve o estabelecimento de novas ideias ou aprofundamento de conceitos. Neste sentido, 100% dos autores que fizeram observações dessa natureza, afirmam que a experiência foi muito boa. Esses pesquisadores enfatizam a interação entre os alunos, as respostas obtidas quando da aplicação de questionários, a motivação e interesse dos alunos ao participar da atividade, e o nível das discussões promovidas com relação a algum conteúdo da disciplina, tendo como principal motivador algum trecho do filme exibido.

Esse fato confirma o papel dos filmes cinematográficos com o potencial de ser um recurso extra a ser usado em sala de aula, que pode trazer novas perspectivas de ensino, pode ser combinado com outros recursos, e atrair os estudantes de forma que se envolvam mais com o conteúdo curricular – e com a Ciência em geral – ao aproximá-los por uma forma de expressão que já está muito presente em seu cotidiano.

CAPÍTULO 3. A INVESTIGAÇÃO E OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo, explicitamos os objetivos da pesquisa, questões norteadoras, as condições de produção da mesma, os dados que foram gerados e de que forma foram colhidos.

Buscamos identificar e apresentar uma breve descrição da produção cinematográfica utilizada; bem como identificar o perfil dos participantes da pesquisa e o local de implementação.

Por último, contamos como foi feito o registro e tratamento dos dados, e qual foi o referencial teórico de análise de dados.

3.1 OBJETIVOS, PROBLEMA, QUESTÕES NORTEADORAS E JUSTIFICATIVA

A partir da nossa revisão de literatura, podemos perceber que a necessidade de mudanças no ensino de física já é motivo de investigações há bastante tempo. A necessidade de se ensinar a física de maneira contextualizada, que fale mais com a realidade e o cotidiano dos alunos, parece ser um dos fatores que pode ajudar a consolidar o conteúdo disciplinar para os alunos, e motivá-los a se interessar por um conteúdo que é comumente adjetivado como ‘difícil’.

Reconhecemos que grande parte dos professores, possivelmente influenciados por uma estrutura curricular previamente determinada pela escola, acaba por menosprezar os conteúdos sobre Ciência, sobre como a Ciência é feita e sob quais influências o conhecimento científico é produzido.

Além disso, nos perguntamos se esses professores tiveram oportunidades, durante seu período de formação, de se aprofundar nessas questões sobre a Natureza da Ciência (NdC) eles mesmos; e ainda se tiveram oportunidade de pensar a NdC pedagogicamente aliada ao ensino de física.

O outro ponto é sugerir metodologias que facilitem esse tipo de abordagem, que demonstrem potencial de articular o conteúdo de física com NdC de maneira efetiva. E de novo, relacionado com o cotidiano do aluno para que seja mais atraente em um mundo cada vez mais integrado à novas tecnologias, internet, e redes sociais.

A partir dessas reflexões, nosso objetivo é **analisar o uso de cinebiografias na mediação de elementos da NdC**. Pensamos que inserir discussões sobre o uso de cinebiografias e sobre elementos da NdC na formação de professores pode ajudar esses a formarem seus conceitos sobre tais elementos e acerca do uso de filmes como recurso didático, levando-os a buscar outras fontes de modo que possam incorporar em suas práticas pedagógicas quando do efetivo trabalho docente.

Perante isso, procuramos respostas para o seguinte problema:

Como funciona uma cinebiografia, que aborda um conteúdo físico do século XX, na mediação de elementos da Natureza da Ciência, em um curso de formação de professores de física?

Consideramos significativo responder as seguintes questões balizadoras:

- a) Em que medida é possível discutir elementos da NDC por meio das cenas que compõem a cinebiografia selecionada?
- b) Qual é a influência do filme na percepção dos estudantes sobre o desenvolvimento da ciência?
- c) O filme possibilitou aos alunos o desenvolvimento de conhecimento do conteúdo que ele aborda e acerca da NdC?
- d) Como as concepções dos alunos sobre a NdC foram afetadas por meio do uso do filme na prática de sala de aula?

Para respondermos as questões de pesquisa, realizamos um conjunto de ações investigativas descritas na próxima seção.

3.2 AS CONDIÇÕES DE PRODUÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa ocorreu durante a realização da disciplina “Metodologias de Ensino de Física e Estágio Curricular Supervisionado II”, que é ministrada pelo Prof. Dr. Leandro Londero, e é parte integrante do curso de Física Licenciatura do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, Brasil.

A programação curricular da disciplina contempla, entre outros, os seguintes tópicos: a) inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente; b) relevância da História da Ciência no Ensino da Física; c) importância da leitura no ambiente escolar de textos literários, de divulgação científica e/ou originais de cientistas e, d) o uso de filmes e documentários no Ensino da Física. Vale lembrar que a disciplina é indicada para o 7º semestre do curso.

A intervenção didática ocorreu no horário da disciplina, com disponibilidade de tempo de até quatro horas, das 14:00 até 18:00 horas. Esse tempo foi suficiente para nosso planejamento e para podermos exibir o filme junto aos licenciandos, de maneira direta, sem interrupções. Em nossa visão, interromper o filme para apontar determinado conteúdo, cena ou diálogo, não trouxe boas experiências em dinâmicas anteriores e poderia influenciar na coleta de dados.

Em seguida, realizamos um período de debate sobre o filme e, posteriormente, realizamos a coleta de dados por meio da aplicação de um questionário, disponível no Anexo A.

O professor já havia explicado a atividade previamente aos alunos, mesmo assim ocupamos cerca de três horas e meia, para realizarmos as principais ações: exibir o filme; discutir as principais questões do filme; proceder à coleta de dados da pesquisa.

3.2.1 A IDENTIFICAÇÃO E REGISTRO DO DRAMA BIOGRÁFICO

Como pudemos constatar em nosso levantamento sobre as propostas de ensino com uso do cinema, existem poucos estudos que fizeram uso dos filmes do gênero drama histórico, ou drama biográfico. Decidimos por esse tipo de gênero por apresentar um enredo em que a caracterização do cientista é mais do que uma inspiração em um personagem histórico – o cientista – e retrata acontecimentos históricos reais (OLIVEIRA, 2006). Desse modo, garantimos que esse tipo de filme tem a presença de episódio(s) histórico(s) fidedigno(s), permeado por elementos dramáticos próprios da linguagem cinematográfica, e seriam bastante apropriados para o nosso objetivo de discutir NdC. Nesse sentido, Oliveira (2006, p.144) afirma que:

Mesmo os filmes que narram o surgimento de teorias ou sequencias de experimentos científicos (como Pasteur e Thomas Edison) vão buscar torná-las significativas para o grande público ressaltando suas relações com a vida cotidiana. É quase sempre a relevância social, e não tanto as exigências epistemológicas como a coerência que sobressaem nas encenações.

É exatamente esta abordagem que podemos notar nos enredos do filme que selecionamos.

O drama biográfico “*Marie Curie – The courage of knowledge*” (Figura 1) foi dirigido por Marie Noëlle e lançado em 2016, sendo uma produção conjunta polonesa, francesa e alemã.

Figura 1 – Capa do DVD do filme “Marie Curie – The Courage of Knowledge”.



Fonte: <https://www.imdb.com/title/tt5705058/>

O drama apresenta a biografia da cientista Marie Curie, ganhadora de dois prêmios Nobel (um de Física em 1903 e outro de Química em 1911), a qual causou polêmica devido à sua persistência para se estabelecer na comunidade científica francesa, àquela época dominada por homens e uma cultura machista. A obra retrata um pouco do drama vivenciado por ela em relação à vida acadêmica e pessoal, em acontecimentos verídicos como, por exemplo, a morte de seu marido, Pierre Curie; sua indicação para o prêmio Nobel; sua relação com o físico Paul Langevin; e os ataques que sofreu por parte dos jornais na época.

3.2.2 O LOCAL DE IMPLEMENTAÇÃO E OS SUJEITOS

Nossa investigação contou com a participação de 06 estudantes (5 homens e 1 mulher), sendo que dois deles estavam cursando a disciplina “Metodologias de Ensino de Física e Estágio Curricular Supervisionado II” no 7º semestre, como indicado na grade curricular, dois deles estavam cursando no 9º semestre, um aluno cursava em seu 13º semestre, e o último cursava em seu 5º semestre por conta de aproveitamento de estudos.

Um fato importante de ser mencionado pela natureza da nossa investigação, é que todos os estudantes já haviam cursado a disciplina “História da Física” ao participar desta sequência didática. Teoricamente esta disciplina pode já ter abordado, ou apresentado alguns aspectos da NdC à esses alunos, que estariam aptos a discutir o conteúdo com alguma propriedade. Por outro lado, notamos a ausência de uma disciplina específica para a Filosofia da Ciência, que seria talvez até mais importante para construção de conceitos de NdC.

O local de implementação da pesquisa foi o Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – campus de São José do Rio Preto. Utilizamos uma sala dispondo de um projetor, o qual foi usado junto a um *notebook* para exibição do filme, e computadores que estavam à disposição para serem usados por alunos. Antes de cada exibição, o professor explicou brevemente a sinopse do filme, e a atividade posterior, que seria a aplicação de um questionário relativo ao filme.

O pesquisador, o docente responsável pela disciplina e os estudantes assistiram ao filme juntos.

3.2.3 A COLETA DAS INFORMAÇÕES E REGISTRO DOS DADOS

Após a exibição, o professor iniciou um debate com os alunos, com intuito de recapitular alguns trechos e motivá-los a sintetizar a história do filme, com perguntas do tipo: “o que vocês entenderam do filme? quais os personagens principais? Quais as cenas que lhes chamaram a atenção? Qual a relação do filme com os conteúdos de Física? Quais conteúdos ou temas da Física vocês puderam identificar a partir das falas dos personagens? Vocês tiveram contato com algum filme deste tipo em outra disciplina de graduação?”. Apesar das perguntas provocadoras, não era a intenção aprofundar em muitos detalhes específicos sobre a Natureza da Ciência para não sugerir aos alunos algo a ser respondido no questionário; preferimos deixar que eles resgassem trechos do filme juntamente com concepções que eles mesmos já tinham a respeito do fazer Ciência, para deixar emergir as visões que o filme possibilitou.

Todos os alunos deram sua contribuição ao debate em algum momento, seja lembrando trechos do filme que passaram muito sutis, seja expondo seus

pensamentos com relação aos acontecimentos do filme assistido e, muitas vezes, fazendo comparações com a realidade da sociedade da época (séc. IX) e a sociedade atual.

Além do debate o professor disponibilizou também dois pequenos textos para serem lidos individualmente, sendo um deles a tradução em português da carta que Einstein enviou à Marie Curie (DE OLIVEIRA, 2014), em 23 de novembro de 1911, manifestando apoio e solidariedade à cientista com relação aos ataques que ela sofreu dos jornalistas – situações que são bastante mostradas no filme; e o segundo texto uma breve biografia de Marie, também contendo alguns fatos narrados no filme. Na sequência, após a leitura dos dois textos, houve mais um breve período para diálogo complementar ao filme, e então foi disponibilizado o questionário para os alunos responderem. O questionário foi do tipo estruturado, contendo 11 perguntas, disponível no Apêndice A.

Os alunos responderam às questões nos computadores que estavam à disposição na sala de aula, enviaram as respostas ao professor por e-mail, e avisaram conforme terminavam a atividade.

3.2.4 O REGISTRO DOS DADOS

Os dados coletados foram as respostas dos alunos aos questionários, que foram registradas como arquivo *word* no computador e enviadas por e-mail para o professor responsável. Uma cópia de cada arquivo *word*, devidamente identificado, foi posteriormente disponibilizada na íntegra para que pudesse ser analisada. Assim, obtivemos um conjunto de sete arquivos digitalizados com as respostas de cada licenciando.

3.3 O TRATAMENTO DOS DADOS: O REFERENCIAL TEÓRICO DE ANÁLISE

Escolhemos como referencial teórico-metodológico a Análise de Conteúdo (AC), proposto por Laurence Bardin (2011). Para Bardin a AC é concebida como

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 48).

A AC trabalha tradicionalmente com o conteúdo de materiais textuais escritos, ou seja, com a materialidade linguística por meio das características empíricas do texto, estabelecendo categorias para sua interpretação, a fim de produzir inferências sobre este conteúdo.

Acreditamos que a AC é apropriada para nossa investigação como forma de interpretar as respostas dos futuros professores obtidas por meio dos questionários. A partir desta análise, e conseqüentemente das inferências produzidas, obteremos resultados que poderão ajudar a responder nossas questões de pesquisa.

3.3.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE ANÁLISE DE CONTEÚDO

A utilização da AC prevê três fases fundamentais: pré-análise, que pode ser resumida como uma fase de organização do material; exploração do material, na qual será feita a adoção de um procedimento de codificação e posterior classificação dos recortes do texto; e tratamento dos resultados, fase final em que se dá a produção de inferências e sua interpretação, com objetivo de tornar os dados significativos.

3.3.1.1 DISPOSITIVO ANALÍTICO

A codificação foi o momento de agregar os dados brutos em unidades que permitem uma descrição mais significativa de características relacionadas ao conteúdo. As unidades podem ser classificadas em Unidades de Contexto (UC), as quais servem de compreensão para codificar as Unidades de Registro (UR), que é a unidade base visando categorização como, por exemplo, as palavras ou frases da mensagem.

Descrevemos, neste tópico, as Unidades de Contexto (UC) que foram definidas de acordo com nosso *corpus* de análise, e com as questões norteadoras da pesquisa; e as Unidades de Registro (UR) que emergiram a partir dos dados analisados.

• **Unidade de Contexto 1 (UC1) “Reconhecimento do tipo de filme, e dos conteúdos a respeito de Ciência inseridos no mesmo”;** tem a finalidade de reunir

fragmentos textuais nos quais os alunos revelam qual(is) assunto(s) científico identificaram ao longo do filme.

Unidades de Registro:

UR 1.1: “O filme mostra mais a vida pessoal”

UR 1.2: “Referências a conteúdos de Física no filme”

• **Unidade de Contexto 2 (UC2) “Reconhecimento da presença de questões de gênero no filme, e como os estudantes enxergam essas manifestações”**; reúne as respostas nas quais os alunos expressam como enxergaram as questões de gênero presentes no filme.

Unidades de Registro:

UR 2.1: “Reconhece muitos momentos que expõe a sociedade machista”

UR 2.2: “Falas discriminatórias contra Marie Curie e com relação à capacidade dela como cientista”

UR 2.3: “Obstáculos para continuar seu trabalho na academia”

• **Unidade de Contexto 3 (UC3) “Percepção do machismo nos dias atuais”**; reúne trechos onde os alunos trazem a visão se eles enxergam machismo nos dias atuais e relacionando com a sociedade da época do filme.

Unidades de Registro:

UR 3.1: “Reconhece o machismo, mas em menor proporção”

UR 3.2: “O machismo existe em qualquer área”

UR 3.3: “O número de mulheres é menor do que o número de homens na academia/ciências”

• **Unidade de Contexto 4 (UC4) “Inferências sobre o funcionamento e desenvolvimento da Ciência”**; tem a finalidade de reunir fragmentos das respostas para entender que outros contextos os alunos percebem influenciar no desenvolvimento da Ciência.

Unidades de Registro:

UR 4.1: “Relação com fatores políticos e/ou econômicos”

UR 4.2: “Machismo atrapalha na carreira de mulheres na Ciência”

UR 4.3: “Tem relação com a vida pessoal do cientista”

UR 4.4: “Reconhecimentos de “estereótipos” da profissão cientista”

• **Unidade de Contexto 5 (UC5) “Conexão entre conteúdos abordados no filme e conteúdos abordados no curso de Licenciatura em Física”**; nesta

unidade buscamos, por meio das respostas dos alunos, verificar as associações de conteúdos que os mesmos perceberam no filme aos conteúdos estudados no curso de graduação (ou mesmo a ausência de determinado conteúdo). Investigamos também o que os alunos dizem sobre a forma de apresentação desses conteúdos.

Unidades de Registro:

UR 5.1: “Não há relação dos assuntos abordados no filme com conteúdos estudados no curso de graduação”

UR 5.2: “Associação de conteúdos presentes no filme sobre radioatividade e/ou Física Moderna, que também foi visto na graduação”

UR 5.3: “Associação de conteúdos sobre História da Física”

UR 5.4: “No filme é feita abordagem da física de forma simplificada”

• **Unidade de Contexto 6 (UC6) “Valor pedagógico/educativo do filme”;** objetivou agrupar as respostas para verificar a visão que os alunos criaram sobre utilização desse filme como instrumento didático.

Unidades de Registro:

UR 6.1: “Não passaria este filme”

UR 6.2: “Abordagem de conceitos históricos/História da Ciência”

UR 6.3: “Abordagem da vida pessoal do cientista”

UR 6.4: “Abordar NdC”

CAPÍTULO 4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo fizemos uma breve resenha do filme, e elencamos alguns trechos do filme – descrição de cenas e diálogos – os quais nos pareceram mais relevantes, e possíveis “exemplares” a serem utilizados com a finalidade de mediar discussões a respeito da NdC. Além disso, no tópico seguinte, reunimos fragmentos das respostas dos estudantes já categorizadas em Unidades de Registro (UR), por meio de nosso dispositivo analítico, a fim de discutir as percepções que os licenciandos tiveram do filme e registraram no questionário.

Esse cruzamento de informações nos ajudou a tecer as discussões e produzir as inferências para responder nossas questões norteadoras.

4.1 RESENHA DO FILME

Aproveitamos esta primeira parte dos resultados para produzir uma resenha sobre o filme, a fim de contar um pouco mais sobre seu roteiro, cenas e diálogos, e sua riqueza de detalhes.

O filme começa em geral com momentos mais alegres, mostrando a família Curie em harmonia: Marie, Pierre, a filha Irène, e os pais de Pierre. Em poucos minutos vemos o nascimento do segundo filho de Marie e Pierre, e a vida que eles levavam. Notamos as primeiras falas sobre os estudos que o casal desenvolvia, e comentários sobre eles terem ganhado o prêmio Nobel juntos.

Ao falarem sobre o uso do rádio, é interessante o diálogo em que outros colegas levantam preocupações sobre os possíveis malefícios do uso da radiação – ainda desconhecidos, e Pierre contesta os comentários dizendo que tudo tem seu lado bom e ruim, e reforça que acredita existir mais benefícios do que malefícios, que trabalham para promover a paz, e que os cidadãos permaneçam vigilantes com relação às descobertas científicas. A respeito desse trecho, ressaltamos a questão da “neutralidade da Ciência”, conforme a afirmação de Pierre podemos relacionar com questões sobre ética, que foi mencionada como componente de uma alfabetização científica nos documentos oficiais da BNCC e das Diretrizes Nacionais Curriculares; e lembramos também que esta visão de Ciência neutra ou

benevolente, ainda é constatada na concepção de professores (DINIZ; REZENDE JR.2017) e de alunos de licenciatura em física (OLIVEIRA; FERREIRA, 2011).

O filme segue retratando o casal Curie sempre muito parceiro, tanto no relacionamento como no trabalho. Vemos uma cena de um paciente no laboratório de Marie e Pierre, acompanhado de um médico e tratando um tumor (paciente usava uma espécie de colar cervical contendo cápsulas de rádio). Assim como em outros momentos do filme, um dos principais argumentos para o trabalho deles conseguir financiamento era o tratamento do câncer. A ideia do financiamento era para construir um laboratório melhor, com bons equipamentos e mais material para fins de obterem mais resultados que eles sabiam ser necessários.

Ressaltamos que em todos os momentos de conversa entre Marie, Pierre, e outros colegas de trabalho, o filme mostra muita harmonia entre eles, espírito de cooperação, sem nenhum deles querendo se sobressair em termos de reconhecimento próprio ou de ganho financeiro. É um ponto de destaque, pois permite discutir a importância dessa troca, do trabalho em equipe, a fim de combater, por exemplo, a concepção Individualista e Elitista elencada por Cachapuz et. al. (2005).

Entrando em um segundo ‘momento’ do filme, Marie recebe a notícia de que Pierre foi atropelado por uma charrete e veio a óbito. Enquanto o mensageiro descreve o ocorrido, as cenas do filme mostram o acidente como se fosse uma memória. Percebe-se a partir desta cena que os elementos cinematográficos procuram trazer o luto para o espectador. Em contraste com as cenas iniciais, ensolaradas e alegres, os ambientes ficam com tons mais escuros, menos iluminados, chuva, trilha sonora dramática; e dessa forma podemos adentrar nos sentimentos de Marie Curie. A cientista, enlutada, sofre para retomar o trabalho pelo fato de lembrar do marido em diversos momentos, e diz que terá dificuldades em continuar sem a troca de ideias com Pierre.

Partindo desse contraste, vale a pena comentar a figura do cientista como “pessoa comum”, que trabalha, tem sua família, emoções, anseios, preocupações, ao contrário da figura estereotipada do cientista gênio, detentor de conhecimentos inacessíveis, ainda bastante evidente entre alunos (SILVA, 2010; MOUL et. al., 2016).

A partir daqui começam as primeiras especulações sobre ocupar a cadeira de Pierre Curie na Universidade de Sorbonne, e passamos a presenciar as primeiras falas machistas contra Maria Curie. Houve muita resistência em aceitá-la e a universidade buscava um cientista homem para substituir Pierre. Seguem diversos diálogos com discursos machistas, diminuindo Marie por ser uma mulher no meio acadêmico predominantemente masculino,

Passadas algumas cenas, vemos que Marie Curie assumiu o cargo de professora-pesquisadora (fato que ocorreu, na verdade, somente 7 meses após a morte de Pierre), lecionando para alunos da Universidade, e vemos uma aula dela em laboratório onde ela é a única mulher falando para cerca de 12 alunos, todos homens. Um detalhe interessante é a fala dela dizendo que as descobertas científicas são “uma mistura de talento e coincidência”, que cientistas são “aventureiros, mas sem esquecer os procedimentos metódicos”. Isso nos remete à contrariedade da concepção rígida e algorítmica mencionada por Cachapuz et. al. (2005).

No que podemos chamar de terceiro ‘momento’ do filme, vemos o romance de Marie Curie com Paul Langevin (ainda casado), a ida dela à conferência de Solvay e seu encontro com Albert Einstein, e os ataques que ela sofreu quando a esposa de Paul Langevin divulga a traição para os jornalistas. A relação extra conjugal foi utilizada como mais um motivo para que os catedráticos da academia se oporem à Marie ser laureada com outro prêmio Nobel. Em todos esses acontecimentos e discussões, cabe relembrar a definição de Moura (2014), de que falar da Natureza da Ciência é considerar que ela não está alheia aos acontecimentos, e se insere em um contexto histórico, em modelos culturais. E devido a estes fatores se revela a grandeza e a força de Marie Curie, igual à figura retratada pelo filme. Somente no final é que vemos Marie discursando para uma plateia na cerimônia de recebimento do prêmio Nobel, mencionando a contribuição e parceria do marido Pierre, e sendo aplaudida por todos em pé.

4.2 TÓPICOS DE NdC A PARTIR DO FILME

O primeiro tópico mais específico de NdC que destacamos a partir de trechos do filme, é a revisão por pares, a noção de que a Ciência é fruto de um trabalho coletivo e deve valorizar a troca, o debate, e o pensamento divergente.

A respeito disso, podemos ver no filme o registro da conferência de Solvay, ocorrida em Bruxelas em 1927. Além de reproduzir a própria conferência, com diversos cientistas, podemos ver o momento do encontro entre Marie Curie e Albert Einstein, no qual ele se mostra bastante interessado pelos estudos de Marie Curie, interpelando-a e fazendo anotações em um papel (Figura 2).

Figura 2 – Marie Curie conversando sobre seus estudos com Albert Einstein.



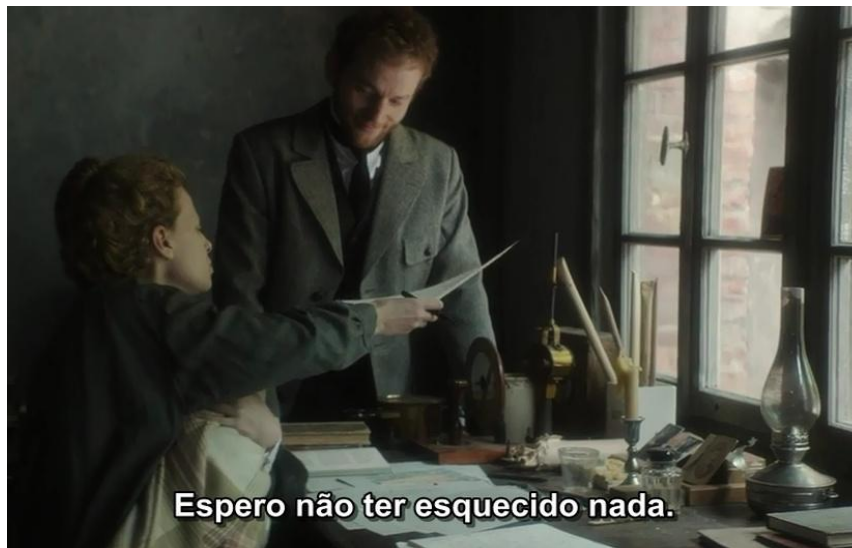
Fonte: *print screen* de cena do filme “Marie Curie – The Courage of Knowledge”

Outro aspecto importante de ser observado no filme é a humanização do cientista, a noção de que o conhecimento científico é produzido por pessoas, inseridas em uma sociedade, com seus anseios, crenças e influências.

Notamos alguns trechos que retratam o lado humano e sentimental de Marie Curie, como por exemplo: a) Marie Curie de luto pela perda do marido, Pierre Curie; b) Marie Curie sendo mãe, trabalhando em seu laboratório com a filha no colo (Figura 3); c) Marie Curie cuidando de seu sogro, Eugene Curie; d) Marie Curie relacionando-se com o físico Paul Langevin, após a morte de Pierre Curie, entre outros. São cenas discretas, mas que nos mostram acontecimentos e sentimentos

comuns da vida, de maneira a desmistificar o estereótipo do cientista como “gênio” dotado de capacidades especiais, isolado do restante da sociedade.

Figura 3 – Marie Curie com sua filha no colo e fazendo anotações em sua bancada.



Fonte: *print screen* de cena do filme “Marie Curie – The Courage of Knowledge”

E por último, aspecto muito presente no drama, diz respeito às mulheres na Ciência, e nos remete às questões de gênero, machismo, e à influência da sociedade no desenvolvimento da Ciência.

São muitos os trechos que mostram a dificuldade que Marie Curie teve para se inserir e ser reconhecida no meio acadêmico – predominantemente masculino. Registramos, a seguir, alguns diálogos com falas discriminatórias pelo fato de ser mulher:

Diálogo entre Marie Curie e seu auxiliar de laboratório:

“A Sorbonne pede propostas pela cadeira de física do Pierre. Você quer se candidatar?” (auxiliar).

“Você sabe bem que só existe uma pessoa no mundo que pode tomar esta cadeira. Uma mulher não tem chance.” (Marie Curie).

Como segundo exemplo, temos uma fala do membro do conselho da Universidade de Sorbonne em relação à Marie substituir Pierre Curie.

“Ninguém vai se opor se você treinar um sucessor para o seu marido [...]. Madame, este tipo de título não é transferível pelo casamento.”

Nesse terceiro exemplo Marie escuta, de outro cientista, um comentário de Einstein sobre ela, e sugere que existem poucas mulheres na Ciência:

“Albert acha você a mulher mais inteligente que ele já conheceu.” (Cientista).

“Bem, a competição é bem limitada.” (Marie Curie).

O quarto exemplo é a fala de um médico, que aplica os primeiros tratamentos de radioterapia, diz que prefere ver o paciente sozinho.

“Eu não quero ofender você, mas eu prefiro encontrá-lo sozinho. Pacientes homens confiam mais em homens.”

Não pretendemos esgotar todas as passagens que são verificadas no filme; esses são alguns dos trechos registrados entre muitos outros que o filme apresenta, tanto em diálogos como em cenas, o machismo predominante na época.

Demos alguns exemplos de como as concepções errôneas elencadas por CACHAPUZ et al., 2005, poderia ser perfeitamente explorado, a fim de evidenciá-las e debatê-las. A concepção individualista poderia ser colocada em cheque ao vermos o diálogo entre Marie Curie e Albert Einstein, ou ainda Marie com seus auxiliares e alunos, a cientista tem seus momentos de trabalho solitário e muitos momentos de trabalho conjunto. Outra concepção que poderia ser facilmente combatida a partir do filme é a visão descontextualizada. Marie Curie é retratada corretamente passando por muitas dificuldades em relação à sua carreira, não por atitudes dela, mas sim por motivações externas, da sociedade machista da época, do não reconhecimento dos esforços e capacidades da cientista, da recusa em financiamentos para seu trabalho, etc.

4.3 SENTIDOS ATRIBUÍDOS PELOS ESTUDANTES

Nesta seção, apresentamos os dados referentes aos questionários, sendo que, em cada Unidade de Registro (UR), mostramos os fragmentos das respostas dos alunos, e a frequência de fragmentos encontrados em todas as respostas de

questionários que fazem referência àquela UR. Os alunos foram codificados como A1, A2, A3, A4, A5 e A6; de modo que o código aparece à frente do fragmento.

Ressaltamos que, em muitos momentos, uma única resposta do questionário apresentou fragmentos que contemplam duas ou até três UR diferentes; dessa forma, foi contado o número de fragmentos e não o número de respostas.

Será apresentado um exemplar de fragmento para cada Unidade de Registro, e o quadro completo com todos os fragmentos para cada UR está disponível no Apêndice B.

Quadro 01: Dados referentes às perguntas 1 e 2 do questionário

UC1 “Reconhecimento do tipo de filme, e dos conteúdos a respeito de Ciência inseridos no mesmo”; tem a finalidade de reunir fragmentos textuais nos quais os alunos revelam qual(is) assunto(s) científico identificaram ao longo do filme.	
UR	EXEMPLO
UR 1.1 “O filme mostra mais a vida pessoal”	“O filme trata do relacionamento pessoal de Marie Curie em grande parte após a morte do marido Pierre, além de todos os entraves o qual ela passou por ser uma cientista mulher.” (A3)
<i>Registros</i>	05
UR 1.2 “Referências a conteúdos de Física no filme”	“O filme trata sobre as descobertas e estudos de Marie Curie acerca do elemento rádio e suas aplicações (...) ela fala sobre a aplicação do rádio na cura do câncer.” (A2)
<i>Registros</i>	06
Total de registros	11

Fonte: o próprio autor.

Em geral, com relação à UR 1.1, vimos que os registros trazem bastante referência à vida pessoal, relacionamento, e emoções de Marie Curie, o que evidencia que os estudantes identificaram o fato de o filme se tratar de um drama biográfico, e não um filme educacional voltado a conteúdos da física teórica.

Além disso, na UR 1,2, mesmo tendo um registro a mais do que a UR 1.1, percebemos que as menções relativas ao conteúdo de radioatividade são bastante superficiais. Os registros não apresentam nenhuma informação técnica do conteúdo, mas sim aquilo que foi possível ouvir das falas das personagens do filme, como por exemplo: radiações e seus benefícios para a medicina; aplicação do rádio na cura do câncer; periculosidade do material radioativo; e falas sobre o estudo de Marie Curie na radioatividade.

Como esperávamos, o filme apresenta poucos momentos propícios para se discutir conceitos físicos. Por não se tratar de um filme educacional, era esperado que fosse identificado com mais ênfase o conteúdo pessoal, a respeito da vida da cientista Marie Curie e contextualização histórica, do que as hipóteses e conclusões que a mesma levantara em seus estudos.

Quadro 02: Dados referentes à pergunta 3 do questionário

UC2 “Reconhecimento da presença de questões de gênero no filme, e como os estudantes enxergam essas manifestações”; respostas nas quais os alunos expressam como enxergaram as questões de gênero presentes no filme.	
UR	EXEMPLO
UR 2.1 “Reconhece muitos momentos que expõe a sociedade machista”	“Preconceito contra as mulheres em todo momento do filme.” (A1)
<i>Registros</i>	05
UR 2.2 “Falas discriminatórias contra Marie Curie e com relação à capacidade dela como cientista”	“Sim. Em uma das cenas Marie Curie fala que naquela época as mulheres não podiam assistir aulas de física. Também em outra cena aparece um dos cientistas da academia de ciências da França falando que seria inaceitável ter uma mulher na academia.” (A2)
<i>Registros</i>	04
UR 2.3 “Obstáculos para continuar seu trabalho na academia”	“Por ser mulher, existe uma grande dificuldade para Marie Curie, por exemplo, lecionar. Ela também tem dificuldades para conseguir investimentos e as pessoas tem certas dúvidas em relação à real capacidade dela.” (A4)
<i>Registros</i>	01
Total de registros	10

Fonte: o próprio autor.

Esta Unidade de Contexto, com as respectivas UR, é talvez o tema mais intenso do filme, que pode ser facilmente ser utilizado para combater a visão descontextualizada, exposta por Cachapuz et. al. (2005), por se tratar de um relato do conhecimento científico e o contexto no qual ele foi produzido, numa época em que a presença e reconhecimento de mulheres no meio acadêmico era muito mais difícil.

Pelos fragmentos da UR 2.1, verificamos que quase todos os alunos (A1, A3, A4, A5, A6) afirmaram que o preconceito contra as mulheres e o machismo aparecem o tempo todo no filme – mencionamos algum desses trechos no tópico 4.2 anterior.

Na UR 2.2, os fragmentos identificam mais especificamente as falas machistas proferidas durante o filme, inclusive diretamente para a Marie Curie. Os alunos não entram em detalhes dos termos utilizados, mas reconhecem que houve resistência para conceder o prêmio Nobel para a cientista apenas por ser mulher (A2, A4, A6), e que sofreu ataques por parte da imprensa e academia pela relação que teve com Paul Langevin (A4, A5).

Por fim, na UR 2.3, um registro interessante do aluno A4, que fez a reflexão sobre a dificuldade que Marie Curie teve em sua carreira na ciência, apenas pelo fato de ser mulher. No registro é citado o termo “lecionar”, mas entendemos que também é sobre o trabalho científico em si, uma vez que menciona a dificuldade de obter investimentos para montar seu laboratório e continuar com suas pesquisas.

É válido lembrar da definição de moura (2014), sobre o fato de a Ciência não estar alheia ao acontecimentos da sociedade e sofrer influência de interesses e modelos culturais, porém destacamos que essa mesma definição (assim como outras que pudemos pesquisar em nossos referenciais) não se aprofundam na especificidade da questão de gênero, e a discriminação contra a mulher.

Quadro 03: Dados referentes à pergunta 4 do questionário

UC3 “Percepção do machismo nos dias atuais” ; reúne trechos onde os alunos trazem a visão se eles enxergam machismo nos dias atuais e relacionando com a sociedade da época do filme.	
UR	EXEMPLO
UR 3.1 “Reconhece o machismo, mas em menor proporção”	“Sim, mesmo que seja um preconceito muito menor do que no passado, ainda hoje há, mas por ser um preconceito histórico social, uma cultura trazida e impregnada na sociedade.” (A3)
<i>Registros</i>	03
UR 3.2 “O machismo existe em qualquer área”	“O preconceito existe em relação a todos e a tudo, assim o preconceito contra as mulheres na ciência também.” (A1)
<i>Registros</i>	01
UR 3.3 “O número de mulheres é menor do que o número de homens na academia/ciências”	“Sim, ainda existe um certo preconceito. Existem poucas mulheres na ciência em comparação aos homens, hoje em dia. E muitas vezes, por pessoas preconceituosas, isso é justificado pelo fato da “mulher não ser muito boa em ciência/matemática.” (A4)
<i>Registros</i>	03
Total de registros	07

Fonte: o próprio autor.

Fazendo uma reflexão sobre as questões de gênero relatadas no filme, em outra época, com as mesmas questões na sociedade atual, os registros da Unidade de Contexto 3 nos mostram que, em geral, os alunos reconhecem ainda existir o machismo no meio acadêmico/científico.

Portanto, pelos registros na UR 3.1, metade dos alunos participantes entendem que atualmente esse preconceito é bem menor que no passado. De acordo com Agrello e Garg (2009), o tratamento desigual a profissionais do sexo feminino é um dado da realidade em quase todos os países, mas é especialmente notável na ciência e na tecnologia, particularmente nos campos das ciências físicas e na engenharia. Possivelmente os estudantes atribuem o preconceito somente às falas escancaradas exibidas no filme, relativas ao século XIX, mas é válido considerar o traço de desestímulo que esse preconceito ainda é capaz de produzir até os dias atuais. Como

Na UR 3.3 também três registros fazem menção à quantidade de homens ser maior do que as mulheres na ciência. Não se pode generalizar a menor quantidade de mulheres para todas as áreas de conhecimento, entretanto, nas áreas de exatas, tecnologia, e principalmente na física, esse dado se confirma, de modo que “o aumento do número de mulheres tem sido particularmente lento” (AGRELLO; GARG, 2009).

Neste sentido, Souza R. e Souza C. (2018) afirmam que:

Existe, portanto, um estereótipo masculino, socialmente construído, que está atrelado a física de forma geral, provocando a concepção desse campo do conhecimento como atividade a ser executada por homens e para homens. (SOUZA R.; SOUZA C., 2018)

Além disso, Cunha, Miranda e Rambo (2020) afirmam que a participação de mulheres reduz à medida que aumentam os níveis de qualificação:

Nas áreas de exatas e tecnologias, por exemplo, houve verificado aumento, porém, esta participação é inferior na área da pesquisa acadêmica e científica, reduzindo-se progressivamente à medida que aumentam os níveis de qualificação; ou seja, quanto mais alto na escala dentro do sistema de pesquisa científica nota-se uma queda expressiva na participação feminina até que, nos mais altos níveis da pesquisa científica e nos postos de maior prestígio e visibilidade e tomadas de decisão, existem bem poucas mulheres atuando. (CUNHA; MIRANDA; RAMBO, 2020, p.277)

E na UR 3.2, o fragmento selecionado reconhece o preconceito contra as mulheres na ciência, mas é um comentário que generaliza que existe preconceito “em relação a todos e a tudo”, o que soa equivocado, pois sabemos que existem classes dominantes que não sofrem preconceito algum por parte da sociedade.

Quadro 04: Dados referentes às perguntas 5 e 9 do questionário

UC4 “Inferências sobre o funcionamento e desenvolvimento da Ciência”; tem a finalidade de reunir fragmentos das respostas para entender que outros contextos os alunos percebem influenciar no desenvolvimento da Ciência.	
UR	EXEMPLO
UR 4.1 “Relação com fatores políticos e/ou econômicos”	“O desenvolvimento da ciência está relacionado a política, poder e títulos.” (A1)
<i>Registros</i>	03
UR 4.2 “Machismo atrapalha na carreira de mulheres na Ciência”	“O filme se passa numa época na qual as mulheres eram desvalorizadas dentro do mundo científico. Isso deixa claro no filme a dificuldade que Marie Curie teve para avançar em suas pesquisas, buscando sempre investimento financeiro e um bom laboratório.” (A2)
<i>Registros</i>	05
UR 4.3 “Tem relação com a vida pessoal do cientista”	“A ciência tem relação direta com a vida pessoal do cientista, com a sociedade e com questões políticas da época.” (A4)
<i>Registros</i>	04
UR 4.4 “Reconhecimentos de “estereótipos” da profissão cientista”	“Outra coisa interessante é também perceber como os cientistas no filme se comportavam, pois não apresentavam características do senso comum como jaleco, óculos, isolamento.” (A2)
<i>Registros</i>	01
Total de registros	13

Fonte: o próprio autor.

Na Unidade de Registro 4.1, verificamos três fragmentos que indicam que os alunos entendem que o desenvolvimento da Ciência sofre influências do contexto econômico e político de uma sociedade. No contexto econômico, vemos Marie Curie tendo dificuldade de obter financiamento para o seu laboratório; enquanto que no contexto político, devemos lembrar que a Sorbonne, onde Marie Curie estava pleiteando um cargo como professora-pesquisadora, é uma Universidade pública bastante prestigiada na França, sendo muito provável que carrega influências políticas. Novamente, os “modelos culturais, políticos, históricos e econômicos”, citados na definição de NdC de Moura (2014) podem ser relacionados com essa

Unidade de Contexto a fim de enfatizar que a contextualização na qual a Ciência se insere.

Com relação ao machismo, que foi identificado pelos estudantes como presente em muitos momentos do filme, cinco fragmentos de resposta na UR 4.2 relacionaram que o preconceito praticado apenas pelo fato de ser mulher tornou o “caminho” mais difícil para Maria Curie desenvolver seu trabalho. Esse é um tema ainda atual, talvez apenas com outra face, pois as discrepâncias de gênero continuam existindo e apontam para a presença de um conjunto de dificuldades, muitas vezes abstratas e socialmente pouco explícitas, com as quais as mulheres precisam lidar (BARROS; MOURÃO, 2020)

Podemos inferir, pelos termos utilizados nas respostas, que os alunos perceberam que atitudes discriminatórias podem ser influências negativas para o desenvolvimento da ciência em geral. Agrello e Garg (2009) fazem essa reflexão em uma perspectiva da sociedade, ao afirmar que

É preciso continuar a enfrentar as muitas formas de desestímulo das mulheres em seu interesse pela física. A sociedade mais se beneficia quando é capaz de aproveitar ao máximo todo o talento disponível. (...) Uma vez que, internacionalmente, há tão poucas mulheres atuando no campo da física, nenhum país se beneficia completamente das ideias e esforços que as mulheres físicas poderiam oferecer. (AGRELLO; GARG, 2009)

Quatro fragmentos que foram categorizados na UR 4.3 mostram que os alunos associaram o desenvolvimento da Ciência como obra de pessoas, que possuem sentimentos, vida pessoal, cotidiana, etc. Os termos: “ego”, “emoções”, “vida pessoal”, “ambição”, presentes nas respostas dizem respeito a natureza humana do cientista, possuidor de seus anseios e dilemas, e mesmo assim atuante em sua carreira científica

E por fim, quase como um complemento da UR anterior, a UR 4.4 teve um registro do aluno A2, constatando que as cenas do filme mostram o cientista como ‘pessoa normal’, sem o estereótipo muitas vezes colocado sobre a figura do cientista, verificado na pesquisa de Souza e Silva (2013), com representações do cientista de jaleco, óculos, figura heróica, um mago isolado em seu laboratório repleto de vidrarias; e trazido também por Moul et. al. (2016) como uma das visões que mais ocorre entre estudantes. O aluno demonstra saber da existência dessa

concepção errônea, e que é importante mostrar a figura real do cientista e trabalho científico.

Quadro 05: Dados referentes às perguntas 6, 7 e 8 do questionário

UC5 “Conexão entre conteúdos abordados no filme e conteúdos abordados no curso de Licenciatura em Física”; buscamos, por meio das respostas dos alunos, verificar as associações de conteúdos que os mesmos perceberam no filme com conteúdos estudados no curso de graduação (ou mesmo a ausência de determinado conteúdo). Investigamos também o que os alunos dizem sobre a forma de apresentação desses conteúdos.	
UR	EXEMPLO
UR 5.1 “Não há relação dos assuntos abordados no filme com conteúdos estudados no curso de graduação”	“Não estudei essas disciplinas.” (A6)
<i>Registros</i>	03
UR 5.2 “Associação de conteúdos presentes no filme sobre radioatividade e/ou Física Moderna, que também foi visto na graduação”	“O filme não é focado nos assuntos da física em si, mas podemos perceber assuntos como a radioatividade em alguns pontos (...). As disciplinas de Física Moderna poderia dar mais ênfase neste assunto.” (A5)
<i>Registros</i>	03
UR 5.3 “Associação de conteúdos sobre História da Física”	“Em história da física estudamos o conceito factual da física e somente isto, nada mais, diferente do filme que aborda diferentes temas.” (A3)
<i>Registros</i>	02
UR 5.4 “No filme é feita abordagem da física de forma simplificada”	“No filme é simplesmente comentado o assunto de forma implícita. Na graduação sempre há introdução e exercícios (...). Na história da física também não há muitos detalhes do conteúdo.” (A1)
<i>Registros</i>	01
Total de registros	09

Fonte: o próprio autor.

Na Unidade de Contexto 5, o objetivo foi entender se os alunos associavam conteúdos do filme com conteúdos estudados em disciplina da graduação, e de que forma esses conteúdos foram apresentados. Não demos sugestões se a ideia era associar conteúdos de física teórica, ou se eram conteúdos relativos ao fazer científico, portanto, tópicos da Natureza da Ciência.

Na UR 5.1, três registros apontam que, na visão dos alunos, os conteúdos apresentados pelo filme não tem relação com conteúdos das disciplinas da graduação. Por outro lado, na UR 5.2, as respostas foram mais específicas sobre o conteúdo de radioatividade, e os três registros indicam que os alunos identificaram o conteúdo, mas que foi visto com pouca ênfase. Na UR 5.3, para os alunos que

responderam positivamente, indicaram que poderia ser visto na disciplina de História da Física, e o aluno A3 comenta que no filme são abordados até mais temas possíveis do que na disciplina, indicando que a abordagem por meio do filme biográfico poderia ser mais proveitosa.

E por fim, com um único registro, a UR 5.4 mostra a visão do aluno A1, indicando a diferença na apresentação de conteúdos de física, sendo mais simplificado no filme, implícito, enquanto na graduação existe um roteiro de introdução, teoria e exercícios a serem feitos. Parece-nos uma resposta de quem já está mais “acostumado” com o modelo tradicional de ensino, e não percebeu a sutileza e importância da NdC permeada nos acontecimentos do filme.

Quadro 06: Dados referentes às perguntas 10 e 11 do questionário

UC6 “Valor pedagógico/educativo do filme”; objetivou agrupar as respostas para verificar a visão que os alunos criaram sobre utilização desse filme como instrumento didático.	
UR	EXEMPLO
UR 6.1 “Não passaria este filme”	“Eu particularmente não passaria. Mostra mais a vida sexual dela do que profissional. Acredito que possa ter outras maneiras de passar as descobertas dela que sejam mais interessantes e não crie um estereótipo.” (A6)
<i>Registros</i>	<i>01</i>
UR 6.2 “Abordagem de contextos históricos/História da Ciência”	“No filme, acredito que seja somente válido utilizar como demonstração do conceito histórico da época, dos preconceitos de gênero e de como a ciência estava na época.” (A3)
<i>Registros</i>	<i>03</i>
UR 6.3 “Abordagem da vida pessoal da cientista – Marie Curie”	“O principal valor pedagógico foi mostrar a vida de um cientista de uma maneira mais pessoal e emotiva, desmistificar a figura do cientista.” (A5)
<i>Registros</i>	<i>02</i>
UR 6.4 “Abordagem de aspectos da Natureza da Ciência”	“Ele pode ser abordado para mostrar aspectos da Natureza da Ciência e História da Ciência. Relatando como era a época em que Marie Curie vive (...)” (A4)
<i>Registros</i>	<i>02</i>
Total de registros	08

Fonte: o próprio autor.

Nesta Unidade de Contexto, pudemos ter os registros relativos ao que os alunos pensam sobre agregar o uso desse filme como instrumento didático em sala de aula. Na UR 6.1, um registro do aluno A6 faz a sua consideração muito focada nas cenas de relações íntimas que aparecem de Marie Curie durante o filme.

Entendemos que as cenas podem ser impróprias, dependendo do nível de ensino que se quer mostrar o filme, porém elas não são predominantes (a primeira cena de nudez aparece por volta dos 60 minutos), e representam uma parte muito pequena da obra.

Na UR 6.2, três registros dizem respeito ao valor histórico do filme, ao fator de contextualização que pode ser utilizado, para contemplar a História da Ciência e poder visualizar como eram os cientistas, confirmando um pouco do que foi dito nos fragmentos da UR 1.1.

Particularmente sobre Marie Curie, na UR 6.3 as respostas confirmam que o valor pedagógico está em mostrar com mais detalhes a vida pessoal dela, do cientista naquela época, de modo a desmistificar a figura do cientista como uma pessoa normal, que tem emoções e uma rotina como qualquer outra pessoa ou profissão.

E por último, na UR 6.4, um único registro do aluno A4 fez a ligação entre os conteúdos do filme especificamente com os aspectos da NdC e História da Ciência. Corrobora com os registros da UR 6.2 e ainda fez a associação de que as situações mostradas no filme podem estar inclusos na abordagem de NdC.

Apesar do registro da UR 6.4, questionamos se os estudantes tinham uma base mínima de conceitos a respeito do tema, devido a ausência de uma disciplina específica para tratar da Filosofia da Ciência, mais indicada para aprofundar nos aspectos relacionados à NdC, independente do autor que fosse seguir.

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/epef/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.

APÊNDICE A

Questionário sobre o filme “Marie Curie: A coragem do conhecimento”

- 1) Do que trata o filme?
- 2) Você identificou na fala dos personagens referência aos efeitos dos Raio-X e ao fenômeno da Radioatividade? Quais? Justifique/Comente. Em caso positivo, que conclusões podemos inferir sobre as radiações após assistir o filme? Comente.
- 3) Há no filme presença de questões de gênero? De que maneira elas são manifestadas? Comente.
- 4) Durante toda a história das mulheres, no desenvolvimento de ciência e tecnologia, aconteceram episódios marcados por preconceito e injustiças, muitos deles com anuência da comunidade científica. Observamos que ao longo das mudanças sociais houve também mudanças no papel das mulheres na ciência e também no tipo de preconceito e na intensidade de suas consequências. Em sua opinião, ainda hoje, existe preconceito contra as mulheres na ciência? Explique.
- 5) O que podemos inferir sobre aspectos do funcionamento/desenvolvimento da ciência após assistir o filme?
- 6) Há relação dos assuntos abordados no filme com conteúdos que você estudou em disciplinas no seu curso de graduação? Em caso positivo, quais? Comente. Em quais disciplinas eles poderiam estar presentes ou foram discutidos?
- 7) Se você respondeu positivamente na questão anterior, percebe diferença na maneira como eles foram apresentados no curso de graduação, em comparação com a maneira que foram apresentados no filme? Caso positivo, apresente e comente estas diferenças (diferencie)?
- 8) E de História da Física? Quais? Justifique/Comente.
- 9) Qual a relação entre o desenvolvimento da ciência e o contexto social retratados no filme?
- 10) Qual o valor pedagógico/educativo/didático do filme, ou seja, ele pode ser utilizado para abordar aspectos nele apresentados? Como? Em qual(is) nível(is)?
- 11) Quais os aspectos usualmente não abordados no Ensino de Física e contemplados pelo filme que em sua opinião seriam bastante pertinentes em aulas de Física no Ensino Médio? E quais aspectos abordados no filme não são de forma alguma pertinentes em aulas de Física no Ensino Médio?

APÊNDICE B

Dados completos com todas as respostas dos estudantes categorizadas de acordo com Unidades de Contexto e Unidades de Registro.

UC1 “Reconhecimento do tipo de filme, e dos conteúdos a respeito de Ciência inseridos no mesmo”; tem a finalidade de reunir fragmentos textuais nos quais os alunos revelam qual(is) assunto(s) científico identificaram ao longo do filme.	
UR	EXEMPLO
UR 1.1 “O filme mostra mais a vida pessoal”	“Da história de Marie Curie após a morte de seu marido e seu trabalho científico.” (A1) “O filme trata do relacionamento pessoal de Marie Curie em grande parte após a morte do marido Pierre, além de todos os entraves o qual ela passou por ser uma cientista mulher.” (A3) “O filme trata da vida de Marie Curie. Conta sobre sua pesquisa e os dois prêmios Nobel que ela ganhou. Também relata sobre o caso que ela teve com Paul Langevin.” (A4) “Conta uma história mais pessoal e sentimental de Marie Curie.” (A5) “O filme trata sobre a vida e as descobertas da Marie Curie. Sobre seu relacionamento com seu marido Pierre Curie e seu amante.” (A6)
<i>Registros</i>	05
UR 1.2 “Referências a conteúdos de Física no filme”	“Em vários momentos do filme se fala sobre as radiações e seus benefícios para a medicina.” (A1) “O filme trata sobre as descobertas e estudos de Marie Curie acerca do elemento rádio e suas aplicações (...) ela fala sobre a aplicação do rádio na cura do câncer.” (A2) “Há somente uma referência quanto a periculosidade do material radioativo (...)” (A3) “Identifiquei falas sobre a radioatividade. É citado Becquerel e sua descoberta da radioatividade, também existem falas sobre o estudo de Marie Curie na radioatividade.” (A4) “O filme deixa claro que o trabalho de Marie e Pierre está relacionado com a radioatividade, mas os efeitos causados pelos Raio-X fica bem nas entrelinhas (...)” (A5) “(...) Há uma parte em que ela discute outros assuntos sobre física com Albert Einstein, mostrando que as contas de Maxwell estavam desatualizadas e uma possível conversa sobre

	referencial.” (A6)
<i>Registros</i>	06
Total de registros	11

UC2 “Reconhecimento da presença de questões de gênero no filme, e como os estudantes enxergam essas manifestações”; respostas nas quais os alunos expressam como enxergaram as questões de gênero presentes no filme.

UR	EXEMPLO
UR 2.1 “Reconhece muitos momentos que expõe a sociedade machista”	“Preconceito contra as mulheres em todo momento do filme.” (A1) “Sim, há uma discriminação quanto ela ser mulher, pois na época a mulher era vista como inferior e toda parte científica era comandada por homens os quais inferiorizavam ou a sexualizavam, como quando Marie foi na entrevista para a cadeira na academia onde o diretor tentou a seduzir, ou na votação o qual ela não ganha por ser mulher, momento este em que os próprios cientistas a inferiorizam.” (A3) “Sim, é bem fortemente relatada as questões de gênero no filme.” (A4) “A questão de gênero aparece bastante nesse filme.” (A5) “Sim, o tempo todo.” (A6)
<i>Registros</i>	05
UR 2.2 “Falas discriminatórias contra Marie Curie e com relação à capacidade dela como cientista”	“Sim. Em uma das cenas Marie Curie fala que naquela época as mulheres não podiam assistir aulas de física. Também em outra cena aparece um dos cientistas da academia de ciências da França falando que seria inaceitável ter uma mulher na academia.” (A2) “Ela também é duramente atacada por um caso que teve com Paul Langevin, e inclusive, é orientada a recusar o prêmio Nobel, porém, ela só recebe esses ataques pelo fato de ser mulher, pois, outros homens ganhadores de prêmio Nobel, tiveram casos e nem por isso foram orientados a recusar o prêmio.” (A4) “É perceptível esta questão nas falas dos jornalistas que procuram Marie Curie, na academia e cientistas.” (A5) “Há várias cenas em que mostra falas e atitudes machistas. Como o fato dela ser a única mulher na universidade, a ganhar o prêmio (...)” (A6)
<i>Registros</i>	04
UR 2.3 “Obstáculos para continuar seu trabalho	“Por ser mulher, existe uma grande dificuldade

na academia”	para Marie Curie, por exemplo, lecionar. Ela também tem dificuldades para conseguir investimentos e as pessoas tem certas dúvidas em relação à real capacidade dela.” (A4)
<i>Registros</i>	01
Total de registros	10

UC3 “Percepção do machismo nos dias atuais”; reúne trechos onde os alunos trazem a visão se eles enxergam machismo nos dias atuais e relacionando com a sociedade da época do filme.

UR	EXEMPLO
UR 3.1 “Reconhece o machismo, mas em menor proporção”	“Sim. Apesar de nos dias atuais ter tido um grande avanço com relação aquela época ao respeito às mulheres (...)” (A2) “Sim, mesmo que seja um preconceito muito menor do que no passado, ainda hoje há, mas por ser um preconceito histórico social, uma cultura trazida e impregnada na sociedade.” (A3) “Sim, existe. Porém bem menos que antes. Se naquela época que as coisas eram levadas muito mais a sério existiu mulheres que quebraram as regras, por que agora com as coisas mais “liberais” seria diferente? Existe preconceito sim, mas a mulher tem que ir atrás e mostrar interesse também.” (A6)
<i>Registros</i>	03
UR 3.2 “O machismo existe em qualquer área”	“O preconceito existe em relação a todos e a tudo, assim o preconceito contra as mulheres na ciência também.” (A1)
<i>Registros</i>	01
UR 3.3 “O número de mulheres é menor do que o número de homens na academia/ciências”	“(…) ainda hoje vemos um número pequeno de mulheres na ciência comparado com o número de homens.” (A2) “Sim, ainda existe um certo preconceito. Existem poucas mulheres na ciência em comparação aos homens, hoje em dia. E muitas vezes, por pessoas preconceituosas, isso é justificado pelo fato da “mulher não ser muito boa em ciência/matemática.” (A4) “Com certeza. O número de mulheres em cursos de exatas é menor que o número de homens, existem cursos que são considerados mais masculinos ou femininos.” (A5)
<i>Registros</i>	03
Total de registros	07

UC4 “Inferências sobre o funcionamento e desenvolvimento da Ciência”; tem a finalidade de reunir fragmentos das respostas para entender que outros contextos os alunos percebem influenciar no desenvolvimento da Ciência.	
UR	EXEMPLO
UR 4.1 “Relação com fatores políticos e/ou econômicos”	“O desenvolvimento da ciência está relacionado a política, poder e títulos.” (A1) “Podemos falar sobre o financiamento da ciência, pois por ser uma construção social é preciso também investimento econômico.” (A2) “A ciência tem relação direta com a vida pessoal do cientista, com a sociedade e com questões políticas da época.” (A4)
<i>Registros</i>	03
UR 4.2 “Machismo atrapalha na carreira de mulheres na Ciência”	“O filme se passa numa época na qual as mulheres eram desvalorizadas dentro do mundo científico. Isso deixa claro no filme a dificuldade que Marie Curie teve para avançar em suas pesquisas, buscando sempre investimento financeiro e um bom laboratório.” (A2) “É perceptível como questões sociais, como o machismo, influenciam no desenvolvimento da ciência. Na época, as mulheres não tinham direito nem de ter aula de física, era muito difícil pra uma mulher ser cientista. E mesmo as que se tornavam cientistas, tinham dificuldades em sua pesquisa e sua vida (...)” (A4) “Podemos perceber o quanto o fato de Marie ser uma cientista mulher atrapalha no desenvolvimento de suas pesquisas. Ex: Maria precisava de investimentos para um laboratório onde pudesse trabalhar de maneira mais eficaz, mas isso foi negado simplesmente por ela ser uma mulher.” (A5) “O filme mostra a dificuldade de avanço na ciência quando a sociedade “atrapalha” (questão de gênero).” (A5) “No filme mostra as dificuldades que a Marie teve em desenvolver por completo suas pesquisas e criar seu laboratório por ser mulher. As aprovações que ela sempre precisou passar, o preconceito e as dificuldades.” (A6)
<i>Registros</i>	05
UR 4.3 “Tem relação com a vida pessoal do cientista”	“A ciência só se desenvolve a principio se não ferir o ego dos outros cientistas, com o tempo foi necessário aceitar a capacidade de Marie Curie.” (A1) “Apresentavam também emoções, vida pessoal, rompendo assim com o senso comum.” (A2) “Neste filme o desenvolvimento em si não é tão

	explorado, pois o foco do filme fica mais por parte do pessoal, mas mostra que há um grande trabalho e dedicação por trás e em uma das falas, diz que para fazer ciência é necessária a curiosidade e o não medo da ambição.” (A3) “A ciência tem relação direta com a vida pessoal do cientista, com a sociedade e com questões políticas da época.” (A4)
<i>Registros</i>	04
UR 4.4 “Reconhecimentos de “estereótipos” da profissão cientista”	“Outra coisa interessante é também perceber como os cientistas no filme se comportavam, pois não apresentavam características do senso comum como jaleco, óculos, isolamento.” (A2)
<i>Registros</i>	01
Total de registros	13

UC5 “Conexão entre conteúdos abordados no filme e conteúdos abordados no curso de Licenciatura em Física”; buscamos, por meio das respostas dos alunos, verificar as associações de conteúdos que os mesmos perceberam no filme com conteúdos estudados no curso de graduação (ou mesmo a ausência de determinado conteúdo). Investigamos também o que os alunos dizem sobre a forma de apresentação desses conteúdos.	
UR	EXEMPLO
UR 5.1 “Não há relação dos assuntos abordados no filme com conteúdos estudados no curso de graduação”	“Não.” (A2) “Não.” (A4) “Não estudei essas disciplinas.” (A6)
<i>Registros</i>	03
UR 5.2 “Associação de conteúdos presentes no filme sobre radioatividade e/ou Física Moderna, que também foi visto na graduação”	“[Sim] Física Moderna.” (A1) “Há somente sobre o assunto da radioatividade o qual foi discutido brevemente na disciplina de história da física (...)” (A3) “O filme não é focado nos assuntos da física em si, mas podemos perceber assuntos como a radioatividade em alguns pontos (...). As disciplinas de Física Moderna poderia dar mais ênfase neste assunto.” (A5)
<i>Registros</i>	03
UR 5.3 “Associação de conteúdos sobre História da Física”	“[Sim] História da Física.” (A1) “Em história da física estudamos o conceito factual da física e somente isto, nada mais, diferente do filme que aborda diferentes temas.” (A3)
<i>Registros</i>	02
UR 5.4 “No filme é feita abordagem da física de forma simplificada”	“No filme é simplesmente comentado o assunto de forma implícita. Na graduação sempre há introdução e exercícios (...). Na história da física também não há muitos detalhes do conteúdo.” (A1)

<i>Registros</i>	<i>01</i>
Total de registros	09

UC6 “Valor pedagógico/educativo do filme” ; objetivou agrupar as respostas para verificar a visão que os alunos criaram sobre utilização desse filme como instrumento didático.	
UR	EXEMPLO
UR 6.1 “Não passaria este filme”	“Eu particularmente não passaria. Mostra mais a vida sexual dela do que profissional. Acredito que possa ter outras maneiras de passar as descobertas dela que sejam mais interessantes e não crie um estereótipo.” (A6)
<i>Registros</i>	<i>01</i>
UR 6.2 “Abordagem de contextos históricos/História da Ciência”	“No filme, acredito que seja somente válido utilizar como demonstração do conceito histórico da época, dos preconceitos de gênero e de como a ciência estava na época.” (A3) “Acho interessante que o filme poderia ser trabalhado mais em cima da parte histórica, mostrando a vida dos cientistas naquela época, pois se fala pouco sobre a parte teórica.” (A2) “Somente para mostrar a história da ciência.” (A1)
<i>Registros</i>	<i>03</i>
UR 6.3 “Abordagem da vida pessoal da cientista – Marie Curie”	“O principal valor pedagógico foi mostrar a vida de um cientista de uma maneira mais pessoal e emotiva, desmistificar a figura do cientista.” (A5) “O filme também apresenta o lado pessoal da vida de Marie Curie, seus sentimentos, emoções e parte do seu dia a dia.” (A4)
<i>Registros</i>	<i>02</i>
UR 6.4 “Abordagem de aspectos da Natureza da Ciência”	“Tradicionalmente no ensino de física é somente passada as teorias e no máximo demonstrada como foram feitas, porém, não há muitos que realmente explicam o conceito histórico de época e das dificuldades para se chegar às conclusões, além do drama pessoal que todo cientista tem como um ser humano normal.” (A3) “Ele pode ser abordado para mostrar aspectos da Natureza da Ciência e História da Ciência. Relatando como era a época em que Marie Curie vive (...)” (A4)
<i>Registros</i>	<i>02</i>
Total de registros	08