

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

THE HISTORY OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION: A LITERATURE REVIEW

Gustavo Matheus de Oliveira Rodrigues; Edmundo Rodrigues Junior; Paulo José Pereira de Oliveira

Instituto Federal do Espírito Santo- Campus- Cachoeiro de Itapemirim. E-mail: gustavomatheus@gmail.com; edmundor@ifes.edu.br (contato para enviar mensagens); paulojoseo@ifes.edu.br

A abordagem da história da ciência na educação científica tem se mostrado um campo de pesquisa com cada vez mais espaço e importância, dadas suas potencialidades no aprimoramento do ensino de ciências. Por esta razão, este artigo apresenta o resultado de uma revisão de literatura, entre jan de 2010 e abril de 2020 que consiste em identificar e analisar os artigos que tratam especificamente de propostas para aproximar o conhecimento gerado por trabalhos de pesquisadores de história da ciência no ensino, com os professores de ciências. A pesquisa, de cunho qualitativo foi realizada buscando termos específicos em um conjunto de periódicos selecionados pela abrangência e classificação do novo *qualis capes 2019*. Foram criadas categorias de análise e, por meio da técnica de análise do conteúdo, os artigos foram agrupados e analisados. A categoria obtida reuniu trabalhos relacionados à natureza da ciência e a evolução dos conceitos de física. As implicações didáticas da natureza da ciência parece ser um ponto de convergência interessante entre os teóricos.

Palavras-Chave: História da Ciência, Ensino de Ciências, Natureza da Ciência.

The approach of the history of science in science education has proved to be a research field with more and more space and importance, given its potential in improving science education. For this reason, this article presents the result of a literature review, between Jan 2010 and April 2020, which consists of identifying and analyzing articles that specifically deal with proposals to bring together the knowledge generated by the works of science history researchers in Brazil. The qualitative research was carried out looking for specific terms in a set of journals selected by the scope and classification of the new *qualis capes 2019*. Analysis categories were created and, using the content analysis technique, the articles were grouped and analyzed. The category obtained brought together works related to the nature of science and the evolution of the concepts of physics. The didactic implications of the nature of science seem to be an interesting point of convergence among theorists

Key words: The History of Science, Science Education, Science Nature

I - INTRODUÇÃO

A abordagem das perspectivas históricas no ensino de ciências tem sido, há bastante tempo, foco de pesquisas (MATTHEWS, 1995). Além disso, alguns autores (MATTHEWS, 1995, QUINTAL E GUERRA, 2009) já determinaram que, em seus respectivos contextos, a utilização da perspectiva histórica da ciência, no ensino, resulta em grande aceitação e facilita o aprendizado por parte dos alunos.

Na medida em que essa linha de pesquisa se desenvolve, os autores investigam, analisam e apontam os aspectos da inserção de história da ciência como agente facilitador na construção do aprendizado (MCCOMAS, 2010). O que traz um interesse cada vez maior no campo de pesquisa da história da ciência, em particular suas aplicações didáticas.

Tendo sido delineado esse cenário, devemos nos atentar para o fato de que, em parte, o objetivo das pesquisas realizadas na área de ensino de ciências, é trazer possibilidades para melhorar a *práxis* docente e atribuir significado à ciência ensinada nas escolas, ou contribuir de alguma forma para que isso aconteça. Para tanto, acreditamos que deve ser necessário um esforço de pesquisa que convirja no sentido de aproximar os resultados das pesquisas em ensino de ciências, para o professor de ciências.

Nesse sentido, apresentamos aqui, o resultado de uma detalhada revisão de literatura, sobre trabalhos que descrevem, de forma teórica, orientações para aproximar os trabalhos dos pesquisadores em historiadores da ciência com os professores de ciências. Acreditamos que, a partir de uma visão

panorâmica do estado da arte desse tipo de pesquisa, podemos ter uma percepção mais aguçada no que diz respeito às representações dos pesquisadores em relação ao propósito de suas próprias pesquisas.

Para tanto foi realizada foi selecionado algumas revistas com *qualis* A e B e que possuem representatividade entre os professores de ciências. Os resultados foram agrupados em categorias e subcategorias.

A seguir apresentamos os procedimentos metodológicos caracterizando o tipo de pesquisa, o processo de seleção de artigos e uma breve informação sobre a técnica utilizada para analisar os artigos.

II - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

II.1 - A pesquisa qualitativa

A pesquisa de cunho qualitativo busca “compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados” (BOGDAN E BIKLEN, 1994, p. 70).

Nosso trabalho foi embasado na metodologia de pesquisa qualitativa, pois procuramos entender os argumentos que aproximam os trabalhos da história da ciência com a educação. Nesse sentido estabelecemos um contato direto e prolongado com os artigos selecionados para essa revisão, usamos e analisamos citações dos autores que constituíram o nosso *corpus* e, através de um processo indutivo, agrupamos os artigos em categorias e subcategorias.

II.2 - A seleção dos artigos

Para uma melhor compreensão da história da ciência no ensino de ciências, especificamente no ensino de física, delineamos alguns caminhos já trilhados na literatura sobre o tema em seguintes periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Revista Ciência e Educação (C&E), Revista Eletrônica Enseñanza de las Ciencias (REEC), Revista Experiências em Ensino de Ciências (EENCI), Revista investigações em Ensino de Ciências (IENCI), Revista Science & Education (S&E). A consulta aos periódicos supracitados foi realizada no período compreendido entre janeiro de 2010 e abril de 2020.

Os periódicos CBEF, RBEF, C & E, IENCI e Science & Education possuem *qualis* A, de acordo com a classificação do novo *qualis* da Capes disponibilizado em 2019. Já os periódicos REEC e EENCI possuem *qualis* B. Tal revisão não teve a pretensão de ser completa ou abrangente: apenas teve o objetivo de balizar a escolha de artigos que estejam efetivamente disseminados no contexto do ensino de física.

II.3 - A técnica utilizada para analisar os artigos

Para analisar os artigos dessa revisão, utilizamos pressupostos da técnica de análise de conteúdo, definida por Bardin (2011) como: “um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores, quantitativos ou não que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (BARDIN, 2011, p.44).

Segundo a autora, a análise de conteúdos é constituída de três fases: 1) A pré- análise; 2) exploração do material, 3) tratamento dos resultados, as inferências e a interpretação.

A seguir mostramos o resultado da revisão de literatura caracterizando as fases supracitadas da técnica de análise de conteúdo.

III. RESULTADOS

A tabela mostra a quantidade de artigos sobre a história da ciência que procuram convergir as pesquisas os trabalhos dos pesquisadores em história da ciência com os docentes de ciências

Periódicos	Total de artigos disponibilizados entre jan 2010 e abril de 2020	Número de artigos que buscam aproximar os trabalhos dos pesquisadores em historiadores da ciência com os professores de ciências.	Porcentagem dos artigos que mostram aproximação entre os pesquisadores em história da ciência e os professores de ciências em relação ao número total de artigos
CBEF	427	12	2,8%
RBEF	927	3	0,3%
C&E	570	3	0,5%
REEC	290	3	1,0%
EENCI	566	4	0,7%
IENCI	321	4	1,2%
S & E	914	18	1,9%
Total	4015	47	1,1%

Tabela1: Número de artigos sobre história da ciência que buscam aproximar os trabalhos dos pesquisadores em história da ciência com os professores de ciências.

Nota-se que quarenta e sete artigos procuram estabelecer relações entre os trabalhos pesquisadores em historiadores da ciência e os professores de ciências, isto corresponde a 1,1% do total de periódicos disponíveis nas revistas. Tal porcentagem é muito pequena, o que pode sugerir um campo aberto para futuras pesquisas que buscam a interface entre a história da ciência e o ensino. Os trabalhos encontrados nessa revisão abordam subsídios teóricos para que a intervenção docente na sala de aula seja mais consciente.

Os artigos que apresentam essa visão são: Abd-el-Khalick (2013); Alonso *et al.* (2013); Arthury e Terrazzan (2018), Autor 2 et al, (2015); Autor 2, et. al (2019), Baldow e Filho (2016); Boaro e Massoni (2018); Boas *et al.* (2013); Chinelli *et al.*, (2010); Clough, (2011); Costa e Batista (2020), Damásio e Peduzzi, (2017); Drummond *et al* (2015); Duschl e Grandy, (2013); Forato *et al*, (2011); Forato *et al*, (2012); Garik et al (2015), Garay, (2011); Gatti *et al*, (2010); Irzik e Nola, (2011); Jardim e Guerra (2017). Kanderakis (2010); Klassen (2010); Leden et. al. (2015), Leite e Silva (2018); López, Gómez e Moreno (2018), Nouri, McComas e Martinez (2011), Massoni e Moreira, (2014); Maurines e Beaufiles, (2013); Melo e Bächtold (2018), Monteiro e Martins, (2015), Morais e Guerra, (2013), Nouri, McComas e Martinez (2019), Pena e Teixeira (2017), Pereira e Martins (2011); Ramos (2012); Seker e Guney (2012); Stucker *et al*, (2015); Teixeira, Greca e Freire Jr, (2012), Hidalgo, Schivani e Silva (2018), Queiroz e Hidalgo (2019), Queirós, Nardi e Neto (2019), Rutt e Mumba (2019), Silva e Martins (2018), Silva e Martins (2019), Vital e Guerra (2016); Vital e Guerra (2018).

Após a leitura desses artigos (pré análise- leitura flutuante) criamos fichas de leitura que corresponde à transcrição literal de alguns excertos dos trabalhos. Essas fichas de leitura foram

codificadas e nomeadas, dando origem às unidades de registro (pré análise- codificação). Assim o código A01. 12 significa a décima segunda ficha do primeiro autor selecionado. Essa unidade de registro recebeu um título:

- A01. 12- Forma de incorporar a HFC na educação científica. Sua transcrição literal é apresentada a seguir:

Seria interessante se o professor pudesse confrontar diferentes versões históricas, produzidas pela comunidade de especialistas com as narrativas ingênuas ou tendenciosas presentes, em geral, no ambiente educacional ou mesmo na divulgação científica, auxiliando o aluno a desenvolver uma visão crítica dos processos de construção da ciência. É necessário desenvolver ações que preparem o professor para esse desafio, baseadas em pesquisas que tragam fundamentação teórica para inserir tais conhecimentos na formação de professores. Quando se pensa na construção dos saberes escolares, não basta considerar apenas os aspectos intrínsecos aos saberes especializados, mas deve-se respeitar, do mesmo modo, o compromisso com a dimensão didática intrínseca aos processos de ensino e aprendizagem (FORATO *et. al*, 2011, P.39-40).

Em seguida procedemos a reconstrução dessa ficha de leitura parafraseando os autores e/ou inserindo alguns comentários pessoais ao texto. Foi estabelecido um novo código e um novo título para a nova unidade de registro. Assim o código A01.12.P01 significa a primeira reconstrução feita pelo pesquisador P, da décima segunda ficha, do primeiro autor selecionado por ER. Essa reconstrução é apresentada a seguir:

- A01.12.P01- a incorporação correta da HFC no ensino.

O professor deve adotar uma postura dialógica entre o conhecimento originado dos historiadores da ciência e as concepções ingênuas presentes no ambiente escolar, com o objetivo de fornecer ao discente um olhar crítico em relação à natureza da ciência. Para isso é importante nutrir o discente de aportes teóricos para que a aplicação na sala de aula seja mais consciente e, possa de fato melhorar a aprendizagem do aluno (arquivo pessoal, 2020).

Com o objetivo de compreender melhor os excertos extraídos do texto, podem- se fazer quantas reconstruções o pesquisador achar conveniente. Assim, por exemplo, o código A01.12.P02, significa a segunda reconstrução feita pelo pesquisador P, da décima segunda ficha do primeiro autor selecionado pelo pesquisador P. Para essa transcrição apresentada não houve necessidade da segunda reconstrução porque conseguimos extrair a ideia central do excerto na primeira leitura.

Após a reconstrução dessas unidades de registro, elas foram agrupadas por assunto ou por temas em duas unidades de significado mais amplas (fase: exploração do material - categorização). As unidades obtidas se referem: a) à aproximação entre história e o ensino de história da ciência e b) às visões adequadas da natureza da ciência e a evolução dos conceitos científicos.

Esses dois grupos de unidades originaram a categoria “A aproximação entre os trabalhos desenvolvidos pelos pesquisadores de história da ciência e as atividades docentes, para a compreensão da natureza da ciência e a evolução dos conceitos de física”.

Para facilitar a análise desse conjunto de artigos foram criadas três subcategorias que pertencem a categoria supracitada.

A seguir será apresentado o texto correspondente à análise dos artigos sobre os trabalhos: a) relacionados à historiografia da história da ciência nos materiais didáticos (subcategoria 1), b) que mostram a organização do currículo de física bem como seu projeto pedagógico e a análise da aula de

professores de física (subcategoria 2) e b) sobre as orientações gerais para o ensino de história da ciência (subcategoria 3).

A partir dessas subcategorias produziu-se a análise dos artigos que consistiu no tratamento dos resultados, nas inferências e a interpretação dos resultados do pesquisador sobre os pontos principais abordados nos artigos. O fluxograma da figura 2 auxilia no entendimento dos pressupostos da técnica análise de conteúdo aplicada neste trabalho.

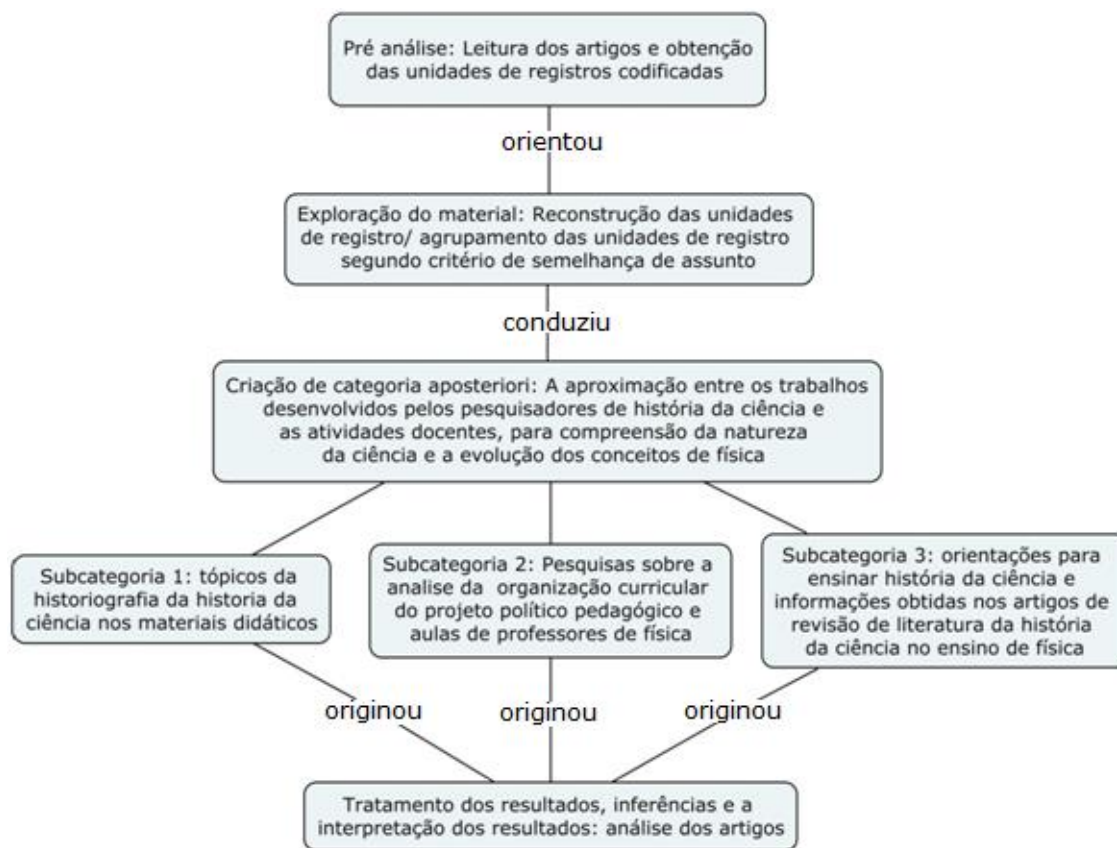


Figura 2: Fluxograma da análise de conteúdo aplicada aos artigos

A análise que será apresentada a seguir tem como objetivo auxiliar o entrelaçamento entre as pesquisas científicas de história da ciência no ensino e a *práxis* dos professores.

A seguir apresentaremos as subcategorias obtidas na análise. Ressaltamos que um artigo pode pertencer a mais de uma subcategoria.

III.1- Análise os artigos pertencentes à Subcategoria 1: pesquisas sobre a historiografia da ciência nos materiais didáticos.

A subcategoria 1 reúne artigos sobre tópicos da historiografia da ciência nos materiais didáticos- contém informações relevantes que ajudam o docente a identificar bons materiais de historia da ciência para que a intervenção na sala de aula seja mais eficaz. Pertencem a essa subcategoria os trabalhos de: Alonso, *et al*, (2013); Costa e Batista (2020), Forato *et al*, (2011), Kanderakis (2010), Queiroz e Hidalgo (2019), Queirós, Nardi e Neto (2019), Hidalgo, Schivani e Silva (2018); Queiroz e Hidalgo (2019); Vital e Guerra (2016).

A apresentação de tópicos historiografia da história da ciência nos materiais didáticos é fundamental para que os professores possam selecionar materiais adequados de história da ciência para a

modalidade de ensino que leciona. Entende-se por materiais adequados são aqueles que evitam transmitir a história da ciência como anedotas, chamados de mitos anódinos (ALONSO *et al*, 2013; GRAVOUGLU, 2007, p.17); evitam a difusão do anacronismo, ou seja, olhar para o passado de acordo com o pensamento vigente. E evitam transmitir as visões deformadas do trabalho científico elencadas por Gil Pérez *et al* (2001) como: a) visão empírico-indutivista entendida como uma concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação (não influenciadas por ideias apriorísticas); b) visão rígida no qual se mostra “método científico” como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente; c) visão aproblemática e ahistórica, que transmitem os conhecimentos já elaborados sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual nem as perspectivas que, entretanto, se abrem; d) visão exclusivamente analítica, que destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu caráter limitado, simplificador; e) visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos no qual o desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo; f) visão individualista e elitista da ciência. Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo; g) socialmente neutra da ciência que ignorada as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS).

O estudo de alguns tópicos da historiografia pode auxiliar o professor a identificar essas visões equivocadas da história da ciência tanto no âmbito da mídia como nos livros didáticos propiciando ao leitor um olhar crítico da história da ciência:

Assim, defende-se que conhecer alguns pressupostos básicos da historiografia pode auxiliar nos usos da HFC no ensino de ciência, contribuindo para uma leitura mais crítica das versões históricas presentes no ensino de ciências (FORATO, *et al* 2011)

Fernandes e Porto (2012), utilizando um instrumento proposto por Leite (2002) utilizam algumas categorias para analisar os conteúdos de história da ciência em livros didáticos de química, escritos para cursos superiores. Tais categorias ou “dimensões de análise” estão relacionadas ao tipo e organização da informação histórica; materiais utilizados para apresentar a informação histórica; contextos nos quais a informação histórica é relacionada; estatuto do conteúdo histórico; atividades de aprendizagem que abrangem a história da ciência; consistência interna do livro (no que se refere à informação histórica); bibliografia em história da ciência e, exatidão e precisão da informação histórica.

Os resultados encontrados pelos autores mostram que os livros analisados representam diferentes tendências da inclusão da história da ciência no ensino de química. Enquanto os livros dos autores Kotz e Treichel Jr. (2002) e Atkins e Jones (1999) tratam à história mais como curiosidade e ilustração. Os livros dos autores Garritz e Chamizo (2000) adotam a abordagem histórica como um dos eixos na organização do livro, discutindo episódios e ideias com maior profundidade.

Utilizando uma dimensão descrita em Fernandes e Porto (2012) “tipo e organização da informação histórica” em excertos de um material didático impresso para a modalidade do ensino a distância, encontramos um trecho da obra de Galileu “Diálogos entre Duas Novas Ciências” que evidencia simultaneamente a evolução real e a evolução linear do conhecimento científico “em 1632 saiu a publicação que em sínteses era um diálogo entre três amigos: Salviati, Sagredo e Simplicio. O primeiro

era o porta voz de Galileu, o segundo era um amigo neutro que terminava concordando com as razões de Salviati, e o terceiro representava ao filósofo aristotélico medieval e retrogrado (TORÍBIO, 2012 p.37)”.

Um dos assuntos discutidos nesse diálogo era uma comparação entre o sistema ptolomaico e copernicano. O primeiro se apoiava nas ideias de Aristóteles e era representado pelo personagem Simplicio. O segundo estava condizente com as ideias de Galileu e era representado pelo personagem Salviati. Uma breve análise desse diálogo nos revela uma pista da presença da evolução real da ciência, pois nos é apresentada uma imagem de uma ciência construída através de controvérsias. Todavia, uma análise mais profícua nos indica também evidências da evolução linear do conhecimento científico, pois a simples revelação que Simplicio era um filósofo aristotélico medieval e retrógrado, pode induzir no aluno uma visão de que as ideias de Aristóteles são ruins, reforçando dessa forma que as concepções de Galileu superaram definitivamente as ideias de Aristóteles, revelando assim que a história da ciência é apenas uma sucessão de ideias ou eventos.

Segundo Dewitt (2004), os pressupostos de Aristóteles estão presentes nas evidências diretas de observação, porque não percebemos o movimento da Terra e nem sentimos, por exemplo, o vento colidindo com a nossa face. Na verdade, quando você olha pela janela, percebe a Terra como se ela fosse estacionária. Assim, entendo que o modelo de Aristóteles se aproxima das explicações do senso comum.

Acreditamos que essa informação seja relevante também para o professor e para o aluno porque ambos podem compreender que as teorias científicas não são aceitas de forma imediata, estando, portanto, associada a debates internos e externos, revelando assim suas controvérsias.

Entendemos também que a abordagem da historiografia da ciência na sala de aula deve promover a reflexão sobre o contexto histórico e científico do período. Por exemplo, a fórmula do trabalho mecânico (força vezes deslocamento), somente foi concebida como grandeza autônoma da mecânica, a partir da convergência de estudos teóricos e práticos no ensino técnico superior francês no século XIX (KANDERAKIS, 2010). Segundo o autor essa informação não está veiculada nos livros didáticos.

Hidalgo, Schivani e Silva (2018) destacam o potencial didático das animações digitais com conteúdo histórico alegando que suas características notadamente lúdicas podem despertar o interesse e a atenção do aluno e por ser uma das novidades do mundo contemporâneo ainda são pouco utilizadas no contexto escolar, podendo contribuir como mais um dos recursos que colabora para a aprendizagem de alunos. Ressaltamos a importância das mídias digitais nos dias atuais e nessa nova era virtual que a cada dia se aproxima sendo a educação a distância uma possibilidade de ensino principalmente em época de pandemia. Os autores alertam, no entanto, que devemos ter cautela com a utilização das mídias digitais no ambiente escolar pois existem muito objetos virtuais que procuram expressar informações distorcidas sobre a história da ciência e a natureza da ciência.

Neste sentido, reforçamos a necessidade de investimento em cursos de formação continuada para que o docente aprenda ciência e sobre a ciência com o fito de selecionar e/ ou produzir objetos de aprendizagem adequados para o aprendizado do discente.

Queiroz e Hidalgo (2019) elaboraram uma sequência didática para a formação de professores de física, sugerindo um recorte biográfico de Blaise Pascal (1623-1662). Os autores alegam que a biografia de um cientista colabora para elucidar fatos significativos da vida do indivíduo na história da ciência, revelando aspectos coletivos, refletindo sobre a utilização de estudos biográficos na perspectiva de

“humanizar” a ciência. Tentando expor através da biografia perspectivas de acordo com a realidade naquele período, com suas peculiaridades políticas, sociais e econômicas.

Costa e Batista (2020) propõe uma sequência didática para formação docente onde utilizam simulações computacionais de experimentos históricos. Utilizando como tema a Física de Partículas, com ênfase na interação eletrofraca os autores abordam aspectos da natureza da ciência como visões empírico-indutivistas da experimentação e do papel dos experimentos na elaboração do conhecimento científico.

Vital e Guerra (2016), analisando produtos educacionais com enfoque histórico que estivessem vinculados ao ensino de Física em dissertações de mestrado profissional, destacam que a elaboração dos textos e materiais didáticos com enfoques históricos requer uma seleção fundamentada de fontes históricas de modo a apresentar o conhecimento científico e suas condições de produção, viabilizando um ensino de ciências capaz de despertar o interesse dos alunos.

Baldow e Filho (2016) com a intenção de investigar como o teatro científico pode contribuir para a mudanças acerca de algumas visões deformadas da ciência, construíram um texto teatral relacionada a biografia de Galileu. Os autores salientam que o instrumento pode ser utilizado para inserir o debate sobre algumas visões deformadas da Ciência.

III. 2- Análise dos artigos pertencentes à subcategoria 2: pesquisas sobre a análise da organização curricular, do projeto político pedagógico e aulas de professores de física.

A subcategoria 2 reúne os artigos que analisam a organização curricular de cursos de física, bem como o seu projeto pedagógico, e as aulas de professores de física. Tais pesquisas buscam elementos de história e filosofia da ciência nos documentos supracitados e na práxis docente como forma de contribuir para um entendimento do cenário educacional em que os professores de física estão inseridos, facilitando assim a inserção da história da ciência nas aulas de física, de forma mais consciente. Pertencem a essa subcategoria os trabalhos de: Autor 2 et. al. (2019); Arthury e Terrazzan (2018); Boaro e Massoni (2018) Chinelli *et al* (2010), Clough (2011), Damásio e Peduzzi (2017), Garik et al (2014), Irzik e Nola (2011) Leite e Silva (2018); Maurines e Beaufils (2013); Massoni e Moreira, (2014), Melo e Bächtold (2018), Monteiro e Martins (2015), Moraes e Guerra (2013), Nouri, McComas e Martinez (2019), Pena e Teixeira (2017); Pereira e Martins (2011) e Seker e Guney (2012), Silva e Martins (2018), Silva e Martins (2019), Leden et al, (2015), e Rutt e Mumba (2019), Vital e Guerra (2018).

O artigo escrito por Pereira e Martins (2011) compara a história da ciência na licenciatura em física e química da UFRN através da análise do projeto político pedagógico da instituição, do programa e dos demais materiais utilizados na disciplina. Utiliza-se como instrumento de análise a observação das aulas e, em seguida, uma entrevista com os professores responsáveis por elas.

Os resultados desse último trabalho apontam que o curso de Licenciatura em física da UFRN se preocupa mais com os aspectos externalistas, enquanto que o curso de Licenciatura em química da UFRN enfatiza a evolução dos conceitos de física. A metodologia das aulas envolve o debate em sala de aula, uso de textos e de provas escritas. Os dois professores de história da ciência da UFRN, tanto o de física, quanto o de química não possuem formação específica na área. Assim, a inclusão da disciplina no currículo fica apenas na dependência de um professor que se interessa por ela. Porém é importante salientar que foi esse interesse dos professores que possibilitou a expansão dessa disciplina na maioria das universidades brasileiras:

Sobre os professores-formadores, constatamos que ambos não possuem formação específica em história e/ou filosofia da ciência, embora lecionem a disciplina há bastante tempo, o que indica que eles possuem bastante experiência na área. Tal fato constitui-se como um dos desafios à inclusão da disciplina na formação de professores de ciências. Isto porque a introdução da disciplina no currículo, muitas vezes, fica na dependência de um professor que se interesse pela área. Se, por um lado, essa tem sido a tradição na maioria das universidades brasileiras, o que, historicamente, garantiu a oferta de tais disciplinas, por outro lado, revela certa fragilidade dos currículos (PEREIRA, MARTINS, 2011).

Já Chinelli *et al* (2011); Massoni e Moreira (2014) e Maurines e Beaufile (2013) apresentam uma pesquisa que procurou identificar as concepções epistemológicas dos professores acopladas a suas *práxis*. Massoni e Moreira (2014) observaram várias aulas de três professores de física do ensino médio em 2007 e 2008: um professor de escola particular, outro de escola militar e outro de escola estadual. O resultado da pesquisa mostrou que as aulas de física dos três professores pouco abordaram aspectos da natureza da ciência. Quando isso aconteceu os professores não conseguiram explicar tais aspectos de forma explícita e confiável, gerando muitas vezes ansiedade nos alunos. A solução apresentada pelos autores é o investimento na formação inicial e continuada dos professores de física para superar essa lacuna.

O resultado das pesquisas de Chinelli *et al* (2011) e Maurines e Beaufile (2013) mostraram que existem necessidade de incorporação da história da ciência nos cursos de formação de professores e uma abordagem sociocultural da história da ciência nos currículos. Essa abordagem sociocultural, dentre outras, está presente no trabalho de Seker e Guney (2012) que analisa alguns materiais históricos e propõe um alinhamento entre os conteúdos da história da ciência e o currículo de física da Turquia. Para isso ele propõe um modelo didático formado pelos níveis de interesse, sociocultural, epistemológico e conceitual.

O nível de interesse traz informações sobre a vida dos cientistas e propõe dois objetivos educacionais: humanizar as ciências e capturar o interesse do aluno para a lição de ciências. Devem-se levar para o aluno histórias curtas sobre a vida pessoal dos cientistas sem estabelecer conexões com o conteúdo da ciência ou sobre a natureza da ciência. Por exemplo, dizer ao estudante que Newton morou na casa da sua avó quando o seu pai morreu e a sua mãe o abandonou para se casar novamente.

O nível sociocultural abrange informações sobre como a ciência interage com a sociedade. Nessa abordagem a sociedade é vista como uma sociedade científica formal e informal. Os objetivos educacionais desse nível são para melhorar as atitudes dos estudantes em relação à ciência e humanizar a ciência, demonstrando que o conhecimento científico não é um produto de uma mente individual, mas o produto de uma sociedade.

O nível epistemológico abrange maneiras de fazer ciência e da natureza da ciência. Os principais objetivos educacionais deste nível consistem em mostrar que não existe uma única maneira de fazer ciência e, introduzir alguns conceitos de processos científicos, como experimentos controlados, o uso da matemática e modelagem, bem como o papel de inferências baseadas em evidências.

O nível conceitual abrange o domínio cognitivo referindo como aprender os conceitos. Os objetivos educacionais deste nível se destinam a auxiliar os alunos na compreensão dos conceitos científicos e seu desenvolvimento ao longo da história da ciência. Entendemos que, com esta informação histórica, os alunos podem perceber pontos convergentes e divergentes entre suas concepções espontâneas e as ideias concebidas pelos cientistas.

O autor alerta que o nível sociocultural é mais difícil para implementar na sala de aula porque as diferenças de cultura entre os cientistas e os estudantes podem ser um obstáculo para a adequação dos materiais históricos ao currículo. Devido o caráter secular do ensino turco, o estudante desse país pode deixar de compreender o embate entre Galileu e a Igreja Católica.

Clough (2011) apresenta trinta pequenas histórias com o objetivo de auxiliar o professor a ensinar para o ensino superior conteúdos de biologia, química, geologia e física. Esses conteúdos estão entrelaçados com aspectos da natureza da ciência, por exemplo, a idealização e a importância da teoria no movimento do pêndulo simples. Moraes e Guerra (2013) mostraram uma pesquisa que norteou a construção, aplicação e avaliação de um projeto pedagógico, cujo objetivo era trazer ao ensino de energia, para alunos de física de primeira série do Ensino Médio, discussões de física moderna. Os resultados da pesquisa mostram que o uso da história e filosófica da ciência como fio condutor do projeto pedagógico possibilitou trazer para a sala de aula discussões sobre o conceito de energia e aspectos da natureza da ciência.

Silva e Martins (2018) justificam que o conhecimento pedagógico do conteúdo (Pedagogical Content Knowledge – PCK) é de fundamental importância para que docentes possam compreender o processo de construção de estratégias didáticas visando a inserção de conteúdos metacientíficos na sala de aula como a natureza da ciência. Os autores elegem a formação inicial como um momento importante para a investigação do PCK, pois é nessa fase que se desenvolve técnicas para que o conhecimento de conteúdo, de problemas e de método, proporcionem uma melhor organização e adaptação para a sala de aula, desenvolvendo sua capacidade de transformação do conhecimento do conteúdo em formas ensináveis para os estudantes.

Monteiro e Martins (2015) aplicaram uma sequência didática para uma disciplina do curso de física de uma instituição federal tratando do desenvolvimento histórico do conceito de inércia, discutindo o estudo do movimento desde Aristóteles (384-322 a.C) até a enunciação feita por Newton (1643-1727), nos Principia.

Arthur e Terrazzan (2018) desenvolveram um conjunto de recomendações para ensinar História da Ciência e Natureza da Ciência para alunos de física, buscando parcerias com professores que atuam no Ensino Médio. Utilizando o conteúdo Gravitação abordado com um conjunto de três textos e apresentações eletrônicas. Um dos textos faz menção a compreensão do cosmos da Grécia antiga dando subsídios para discussões a respeito dos sistemas geocêntrico e heliocêntrico, promovendo inserção da História da Ciência e Natureza da Ciência.

Autor 2 et al, (2019) desenvolveu um trabalho de pesquisa com professores de física através de um minicurso a distância sobre história da ciência. Tendo como finalidade discutir argumentos prós e contra que possibilita aplicação da história da ciência no ensino, os autores procuraram entender as visões da natureza da ciência dos professores e favorecer mecanismos para a inserção da história da ciência em suas práticas docente.

Boaro e Massoni (2018) constataram que durante uma pesquisa realizada numa disciplina de estágio supervisionado que diversos fatores dificultam a introdução da história e filosofia (HCF) da ciência nas aulas de física, como a falta de tempo e ausência de material adequado sobre epistemologia da ciência. Os autores concluem que é necessária uma maior abordagem dos conhecimentos epistemológicos

na formação inicial de professores de física bem como, é preciso desenvolver estratégias didáticas para o ensino deste tema nas aulas de física.

Henke e Hottecke, (2015), durante investigação de professores de física do ensino médio alemães com experiência em história e filosofia da ciência (HPS) constataram que os professores apontaram desafios de planejar e conduzir aulas de física baseadas em história da ciência HPS. Os autores reforçam a importância do desenvolvimento de PCK entre outras estratégias para introdução da história da ciência HPS, fornecendo informações detalhadas sobre objetivos educacionais específicos para HPS e estratégias de instrução eficazes e motivadoras para alfabetização científica dos estudantes. Ainda alertam que as políticas educacionais precisam levar em conta não apenas os padrões educacionais e documentos curriculares, mas sim, caracterizar e concretizar o papel legítimo que a HPS deve desempenhar no ensino de física.

Garik et. al. (2014) também alertam que os professores precisam de formação profissional para aprender a história da ciência e reconhecer a importância da história da ciência para melhorar a aprendizagem de conteúdos pelos alunos.

Leden et al (2015) no intuito de contribuir para o desenvolvimento de estratégias para decidir sobre o que abordar de ensino da história da ciência e natureza da ciência na formação inicial e continuada de professores desenvolveram um estudo com professores suecos visando ampliar a competência dos futuros professores para incluir a história e natureza da ciência no ensino de física. Segundo os autores, na Suécia, muitos professores sem embasamento e treinamento específico da história e natureza da ciência costumam fazer suas próprias interpretações e decisões sobre o conteúdo específico a incluir na sala de aula. Leden et. al. (2015) enfatizam ainda sobre a inexistência de materiais de ensino oficiais e adequados que auxiliem os professores a introduzir história da ciência e natureza da ciência suas aulas.

Melo e Bächtold (2018), propuseram através de uma peça teatral introduzir conceitos de história da ciência e natureza da ciência a um grupo de professores onde os princípios da incerteza de Heisenberg e da complementaridade de Bohr foram os temas desse dispositivo de treinamento. Intitulado pelos autores por ‘teatro experimental científico’ os autores acreditam que o teatro pode ser utilizado como estratégia didática para o aprendizado de forma lúdica de conteúdos históricos, conceituais e epistemológicos da física quântica. Abordar tópicos da história da ciência numa peça teatral abre um leque de possibilidades para a reflexão tanto do conceito científicos como aspectos peculiares e relevantes do período que de alguma maneira influenciaram e nortearam as pesquisas dos cientistas envolvidos, podendo ser uma opção poderosa para promover a alfabetização científica.

Nouri, McComas e Martinez (2019) examinaram as justificativas e estratégias didáticas para o ensino de história da ciência de um grupo de instrutores de um curso de história da ciência para professores. Os autores investigaram como era ministrada o ensino de história da Ciência numa disciplina de um semestre pertencente a um programa formação de professores de matemática e física da Universidade do Texas- EUA.

No decorrer da pesquisa foram observados diversos meios utilizados pelos instrutores para o desenvolvimento adequado da história da ciência junto aos professores em formação durante a disciplina,

sendo reconhecido que as práticas de metodologias ativas são essenciais para um bom aproveitamento do processo de ensino e aprendizagem.

Rutt e Mumba (2019), de acordo com padrões de formação de Professores do Estado da Virgínia dos EUA, desenvolveram um curso on-line de história da ciência que durou um semestre, focado no desenvolvimento compreensão conceitual e conhecimento pedagógico para incorporar a história da ciência na formação inicial de professores. O curso ministrado procurou aumentar sua compreensão da história da ciência, descrevendo a evolução e a estrutura das ciências e descobertas científica, desenvolvendo e ampliando conhecimentos pedagógicos para o ensino de história da ciência.

Foram abrangidos no curso temas relacionado a física primitiva, o trabalho de Galileu Galilei, a filosofia cartesiana do movimento, o movimento newtoniano, a termodinâmica, o eletromagnetismo, a relatividade e a mecânica quântica. Os professores participantes foram unânimes em afirmar que a história da ciência enriquece as aulas e o repertório profissional do professor e que deveria ser integrada ao ensino médio.

Pena e Teixeira (2017), relatou os resultados de um estudo de caráter qualitativo e descritivo sobre a trajetória dos estudantes, quanto às suas concepções sobre a história da ciência e a natureza da ciência de uma disciplina chamada Evolução dos Conceitos da Física no da Universidade Federal da Bahia nos cursos licenciatura e bacharelado em física. Os autores afirmam que disciplinas de natureza histórica, com perspectiva epistemológica, influenciam fortemente as concepções dos alunos sobre a história da ciência promovendo mudanças em suas concepções prévias sobre a natureza da ciência. Os pesquisadores consideram ainda que aspectos relativos à natureza da ciência não devem ser realizados em apenas algumas disciplinas específicas, e sim devem ser discutidas e ter espaço em outras disciplinas durante toda formação do estudante.

Damásio e Peduzzi (2017) destacam a tendência e necessidade de se repensar os cursos de formação de professores, tanto em relação às disciplinas de história e filosofia da ciência como nas disciplinas de conteúdo científico, sugerindo que nas disciplinas de história e filosofia da ciência sejam incluídas atividades em que os professores em formação tenham a oportunidade desenvolver seus próprios materiais didáticos.

Leite e Silva (2018) desenvolveram um estudo com 24 discentes de um curso de Licenciatura em Física de uma Universidade Federal, localizada no estado de Minas Gerais. Os autores verificaram a existência de concepções equivocadas sobre a produção e a história e filosofia da ciência.

Vital e Guerra (2018) coletaram dados de alunos do ensino médio de um curso técnico integrado em informática para entender as suas percepções sobre a história da ciência em aulas de física. A análise dos pesquisadores mostrou que os estudantes a consideram de difícil compreensão e pouco útil para algumas carreiras.

III.3-Análise dos artigos pertencentes à subcategoria 3: Orientações para o ensino de história da ciência e informações obtidas nos artigos de revisão de literatura.

A subcategoria 3 é formada por um conjunto de artigos que se referem às orientações gerais para o ensino de história da ciência e artigos de revisão de literatura sobre o ensino de história da ciência. Fazem parte dessa subcategoria os trabalhos de: Abd-El-Khalick (2013); Alonso, *et al*, (2013); Autor 2 *et. al*, 2015. , Baldow e Filho (2016), Boas *et al* (2013); Drummond *et al*, (2015); Duschl e Grandy, (2013);

Forato *et al*, (2011); Forato *et al*, (2012); Garay, (2011); Gatti *et al*, (2010); Jardim e Guerra (2017), Klassen (2010); Stuckey *et al* (2015 (2015), López, Gómez e Moreno, (2018); , Ramos, (2012) e Teixeira, (2012),

Essas diretrizes podem auxiliar o docente na elaboração do seu planejamento de ensino.

Orientações para o ensino de história da ciência

Abd-el-Khalick (2013); Alonso, *et al* (2013); Duschl e Grandy (2013); Drummond *et al* 2015; Forato *et al* (2011); Forato *et al*, (2012); Garay (2011); Gatti *et al*, (2010); Klassen (2010) e Stuckey *et al*(2015) apresentam algumas orientações para o ensino da história da ciência, que podem auxiliar o docente na elaboração do seu planejamento de ensino.

As orientações de Duschl e Grandy

Duschl e Grandy (2013) apresentam duas versões de abordagem da natureza da ciência para a aplicação na sala de aula. Na primeira o professor aplica aos alunos alguns tópicos da natureza da ciência obtidos através de uma visão de consenso entre os filósofos da ciência. Essa visão consensual é baseada, principalmente, em oito documentos oficiais de educação científica, cuja análise levou à criação dos chamados NOS tenets ou, princípios sobre a NDC (Martins e Ryder, 2014). Essa lista de princípios contém afirmações curtas, diretas e de caráter geral sobre a ciência. Veja a seguir alguns exemplos desses princípios descritos por Lederman, *et al*, 2002; McComas; Almazroa; Clough, 1998, p. 513: a) o conhecimento científico, enquanto durável, tem caráter provisório; b) conhecimento científico se apóia fortemente, mas não inteiramente, em observações, evidências experimentais, argumentos racionais e no ceticismo; c) não há uma forma única de fazer ciência (então, não há um método científico universal passo a passo) d) A ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais; e) leis e teorias exercem diferentes papéis na ciência. Teorias não se tornam leis mesmo com evidências adicionais; f) pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência g) novos conhecimentos devem ser relatados clara e abertamente; h) observações são dependentes da teoria i) Os cientistas são criativos; j) A História da Ciência revela tanto um caráter evolucionário quanto revolucionário; k) A ciência é parte das tradições culturais e sociais l) as idéias científicas são afetadas pelo contexto social e histórico.

Alguns autores criticam essa lista de princípios como Irzik and Nola (2011) e Mathews (2012) e Martins e Ryder (2014).

Irzik e Nola (2011) argumentam que os itens elencados do consenso são muito gerais e, parecem estanques no tempo o que contraria a evolução da ciência dando aos alunos a impressão de que a ciência não tem história e não há espaço para a mudança em sua natureza. A segunda crítica apresentada é em relação à pluralidade dos métodos. Por exemplo, não há qualquer menção dos objetivos da ciência ou regras metodológicas da ciência. A questão da metodologia parece ser negligenciada completamente porque de acordo com a visão consensual, não existe um método único para se fazer ciência. Os autores argumentam que, embora seja verdade que não existe nenhum método científico único, no sentido de um processo mecânico que determina o conhecimento passo a passo da produção, existem metodologias gerais tais como o método hipotético-dedutivo e as regras metodológicas, tais como aqueles que nos dizem para evitar fazer suposições apenas com a finalidade de salvar as teorias da refutação. Além disso, a visão consensual exclui a investigação científica tais como a coleta de dados, classificação, análise,

experimentação e inferências realizadas no trabalho científico, desconsiderando segundo Martins e Ryder (2014) as particularidades das diversas ciências.

Matthews (2012) sugere mudar a terminologia “Natureza da Ciência” (NDC) para “Características da Ciência” (CDC). Ele propõe também uma mudança no foco de pesquisa para uma mudança mais contextual e heterogênea para evitar algumas armadilhas filosóficas e educacionais relacionadas com as pesquisa em Natureza da Ciência tais como: a) a apresentação confusa de um conjunto de aspectos epistemológicos, sociológicos, éticos, comerciais e psicológicos, reunidos em uma única lista b) a suposição de que a aprendizagem da natureza da ciência pode ser alcançada pela capacidade dos alunos em identificar um determinado número de princípios sobre a Natureza da Ciência.

Para Martins e Ryder (2014) alguns dos princípios da visão consensual parecem ser problemáticos como “os cientistas são criativos”, “as observações dependem da teoria”.

Segundo os autores a criatividade dos cientistas não pode ser tomada apenas no período de revolução da ciência, na perspectiva Kuhniana. Existem momentos de criatividade também nos períodos da “ciência normal”. Os autores concordam que as “observações são dependentes da teoria”, porém, eles alertam que esse princípio não pode ser confundido com a idéia de que a ciência tem um “elemento subjetivo” porque “o conhecimento é socialmente partilhado e construído coletivamente num processo de diálogo e, portanto, intersubjetivo” (Marins e Ryder, 2014).

A segunda orientação apresentada por Duschl e Grandy (2013) consiste em abordar a natureza da ciência de maneira contextualizada com os episódios históricos. Os autores argumentam que a 2ª versão é melhor para o aprendizado porque os alunos têm a oportunidade de conhecer, de maneira explícita e reflexiva, as nuances dos trabalhos dos cientistas.

As orientações de Klassen (2010) e Drummond et al (2015)

Klassen (2010) propõe uma orientação para construir narrativas históricas da ciência que ajudam o aluno na elaboração das hipóteses e explicações dos conceitos científicos.

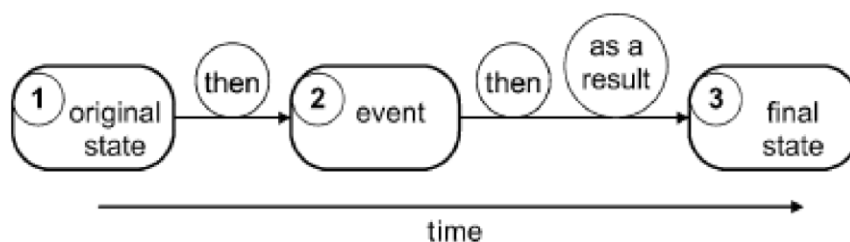


Figura 1: sequência de narrativa histórica segundo Klassen (2010)

Nesse exemplo, a construção de narrativas em que os estados iniciais e finais apresentam uma relação inversa. O autor fornece um exemplo de narrativa histórica, construída de acordo com a fig. 1:

Ohm compreendeu a teoria matemática do calor, então, por analogia, ele aplicou a teoria para a eletricidade, e então, como resultado ohm compreendeu a teoria da resistência elétrica (Klassen, 2010).

Outro exemplo, os estados iniciais e finais podem ser relacionados por uma transformação simples:

“Ohm estava convencido de que sua expressão matemática para a resistência foi correta, em seguida, ele recebeu a medalha britânica Copley, e então, como resultado, muitos cientistas alemães também estavam convencidos de que sua expressão matemática para a resistência foi correta (Klassen, 2010)”.

As orientações da figura 1 e, os exemplos supracitados, permitem que o aluno entenda a ciência como uma construção racional. Segundo Forato *et al* (2011) essa construção racional valoriza a importância das observações, das hipóteses e das experiências para a construção do conhecimento científico, porém, deve-se evitar perpetuar a visão neutra da ciência e a visão empírico-indutivista. Ainda em relação às narrativas, Drummond *et al* 2015 apresenta um conjunto de narrativas históricas sobre o tema gravidade tendo como audiência-alvo alunos do Ensino Médio. A partir dessa narrativa os autores propõem dirimir visões equivocadas da natureza da ciência. Apresenta potencialidades e limitações das narrativas e defendem a utilização flexível na sala de aula, respeitando os contextos educacionais. Para os autores as narrativas podem ser incorporadas na sala de aula para se contrapor a um ensino tradicional vigente nas escolas brasileiras e galgar gradativamente para um ensino mais investigativo.

As orientações de Abd-el-Khalick.

Abd-el-Khalick (2013) propõe orientações para os professores ensinarem sobre a natureza da ciência e com a natureza da ciência. Antes da proposta do modelo, porém, o autor explica que ensinar sobre a natureza da ciência é conduzir os alunos e professores a desenvolverem entendimentos descontextualizados sobre a natureza da ciência explicados através da lista de consenso, apresentada no parágrafo anterior. Assim, o modelo para ensinar sobre a natureza da ciência corrobora com a primeira versão da abordagem da natureza da ciência descrita por Duschl e Grandy (2013) no qual o professor aplica aos alunos alguns tópicos da natureza da ciência obtidos através do consenso entre os filósofos da ciência.

Segundo Abd-el-Khalick (2013) o envolvimento somente com essa investigação, embora necessária, não é suficiente para alcançar a aprendizagem. Abd-el-Khalick (2013) diz que ensinar com a natureza da ciência envolve ensinar de maneira contextualizada. Essa abordagem pode acontecer em ambientes de aprendizagem dinâmicos com a participação ativa do aluno, com o objetivo de compreender os pormenores do trabalho científico. Acreditamos, nesse sentido, que o uso de episódios históricos permite ao aluno obter um retrato mais fiel do trabalho científico, levando-o a compreender, de maneira contextualizada e reflexiva, os entendimentos epistemológicos sobre a geração e validação do conhecimento científico.

As orientações apresentadas por Abd-el-Khalick (2013) envolvem uma sequência de três domínios de conhecimentos desejáveis dos professores para eles explicarem a natureza do conhecimento científico. O primeiro refere-se ao entendimento de conteúdo científico, adquiridos através do aprendizado de uma ou mais disciplinas. O segundo domínio pode ser pensado como um conjunto de entendimentos pedagógicos e habilidades para promover um ensino investigativo para apreciar, avaliar e monitorar as mudanças das concepções da natureza da ciência adquiridas pelo alunono ambiente escolar.

Abd-el-Khalick (2013) cita a pesquisa de Wahbeh (2009) no qual constatou que os professores que valorizaram o conhecimento prévio dos alunos antes da sua aprendizagem científica, foram mais eficazes no ensino de aspectos relacionados à natureza da ciência, porque eles assumem um papel ativo na avaliação e acompanhamento da evolução (ou falta dele) do estudante em relação aos entendimentos dos aspectos da natureza da ciência que eles ensinaram. O terceiro domínio refere-se ao entendimento dos aspectos relacionados à natureza da ciência para o ensino com a natureza da ciência e sobre a natureza da ciência Abd-el-Khalick (2013) afirma que o professor deve se apropriar dos conhecimentos das

características da natureza da ciência advindas diretamente do consenso entre os filósofos da ciência ou, obtê-los através de forma contextualizada com os episódios históricos.

As orientações de Stuckey et al (2015)

Stuckey *et al* (2015), baseado no livro *Gênese e desenvolvimento de um fato científico* de Ludwik Fleck, escrito em 1935, explicam como acontece a influência social no conhecimento científico. Para os autores do artigo o círculo esotérico da ciência (formado pela comunidade científica) sofre influência do círculo exotérico (formado pelas camadas populares). A crença na capacidade de desenvolvimento da ciência e nos valores do saber popular como certeza e simplicidade são de certa forma desejáveis pelo especialista (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Stuckey *et al* (2015) as decisões que ocorrem no círculo exotérico da ciência como as decisões políticas e econômicas produzem um alto impacto nas pesquisas científicas. Ainda segundo os autores um exemplo dessa influência são as decisões governamentais sobre quais projetos de pesquisas terão financiamento. Conhecer a influência dos aspectos sociais da ciência permite formar alunos críticos evitando que os mesmos concebam a visão de ciência neutra, livre de influências externas.

As orientações de Forato et al (2011), Forato et al (2012) e Gatti et al (2010).

Forato *et al* (2011), Forato *et al* (2012) argumentam que a incorporação correta da HFC no ensino passa pela adoção de uma postura dialógica entre o conhecimento originado dos historiadores da ciência e/ou professores e as concepções ingênuas presentes no ambiente escolar, com o objetivo de fornecer ao discente um olhar crítico em relação à natureza da ciência.

Já Gatti (2010) realizou uma pesquisa com alunos da licenciatura para analisar a construção do conhecimento do futuro professor em relação ao tema da gravitacional universal. O trabalho desenvolvido mostrou evolução dos conceitos e da natureza da ciência do tema por parte dos licenciandos; porém, segundo a autora, esses resultados positivos não foram suficientes para uma mudança de postura dos licenciados em relação à prática tradicional. Segundo Gatti (2010) as disciplinas pedagógicas podem acontecer concomitantemente com os conteúdos científicos e que os cursos de licenciatura não devem ter o formato dos cursos de bacharelado.

Informações obtidas nos artigos de revisão de literatura da história da ciência no ensino de física

Sobre os artigos que fazem uma revisão de literatura da história da ciência no ensino de física, verificamos que Teixeira *et al* (2012) e Ramos (2012) elaboram uma revisão de literatura sobre a história da ciência no ensino em publicações internacionais e, Boas *et al* (2013), Jardim e Guerra (2017) em publicações nacionais enquanto Autor 2 *et al.* (2015) elaboram uma revisão de literatura em periódicos nacionais e internacionais.

Os resultados apresentados por Teixeira *et al* (2012) e Ramos (2012) indicam efeitos positivos na utilização didática da História e filosofia da ciência em relação à aprendizagem de conceitos de física, apesar de não haver consenso sobre isso. No entanto, a utilização da história e filosofia da ciência no ensino, mesmo ainda incipiente, parece promover uma visão adequada dos alunos em relação à sua compreensão da natureza da ciência. Segundo Teixeira *et al* (2012), a revisão encontrou resultados potencialmente favoráveis em relação às pesquisas que envolvem a qualidade da argumentação dos alunos, embora mais pesquisas nesta área parece necessário.

Já Boas *et al* (2013) mostraram que existe a necessidade do professor explicar na sala de aula as teorias consideradas “ultrapassadas” para o estabelecimento do pensamento divergente do aluno. Segundo ele, oferta de subsídios teóricos e metodológicos para explicar a natureza da ciência deve acontecer ainda nos cursos de formação de professores.

Autor 2 *et.al* (2015) em sua revisão de literatura identificaram distintas estratégias didáticas para o ensino de história da ciência em aulas de física, como o uso de fontes primárias ou originais, estudos de caso histórico, atividades de dramatização, dos experimentos históricos, biografias e/ou autobiografias dos cientistas e análise de conteúdos de história da ciência presentes nos livros didáticos. Com relação às fontes originais de história da ciência no ensino de física, os autores constataram que o contato com as fontes primárias e o contexto em que foram produzidas, ajuda o discente a evitar a visão socialmente neutra da ciência propiciando um melhor entendimento em relação à transformação dos conteúdos científicos ao longo do tempo, afirmando não existir um consenso sobre os instrumentos de avaliação da aprendizagem do aluno em relação à utilização de fontes primárias.

Jardim e Guerra (2017) através de uma revisão de literatura procuraram identificar pesquisas que enfatizavam o trabalho com experimentos históricos no ensino de Física, tanto na perspectiva teórica como na manipulação de réplicas de aparatos histórico constatou que, de maneira geral, fatores extra laboratoriais, inerentes à ciência, quando não negligenciados, são colocados de maneira periférica.

VI - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo cumpre o seu objetivo ao apresentar um cenário sobre as possibilidades para aproximar a história da ciência, da prática docente. Entretanto ficou evidente que o número de trabalhos publicados, realizados com tal finalidade, representa apenas 1,1% dos trabalhos publicado nos periódicos.

Aspectos natureza da ciência (NDC) nos parece ser um ponto de convergência entre os trabalhos analisados.

A escolha de materiais adequados ou o entendimento das diretrizes para ensinar história da ciência são essenciais para que a intervenção na sala de aula facilite, segundo Forato *et al* (2011), a transposição didática consciente da história da ciência na sala de aula contribuindo para melhoria da aprendizagem do aluno.

Todavia, não é aconselhável apropriar-se acriticamente dessas orientações. É necessário avaliar a coerência entre os conteúdos da história da ciência e os alunos para que o tema seja trabalhado de forma satisfatória.

Segundo Forato *et al* (2011) a teoria da relatividade pode-se mostrar inadequada conceitualmente para se trabalhar com determinado público embora possua ótima relevância do ponto de vista epistemológico.

Por outro lado, ensinar aos alunos aspectos da história da ciência na idade média é muito complexo, pois requer domínios de outras disciplinas.

Além dessa preocupação com o público é preciso oferecer ao professor estratégias de ensino para a intervenção efetiva na sala de aula e levantar as possíveis dificuldades dos professores para aplicar tais estratégias

Ressaltamos a importância de investimentos em cursos de graduação em física com a introdução de história da ciência no seu currículo até mesmo durante o desenvolvimento de disciplinas durante sua formação acadêmica formando docentes capazes de construir uma nova forma de ensinar física e promovendo uma verdadeira alfabetização científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F. Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains, **Science & Education**, v. 22, n.9, p. 2087-2107, 2013.
- ALONSO, A. V.; MAS, A. M.; BONINI, S.O. Análisis de materiales para la enseñanza de la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 12, n. 2, p. 243-268, 2013.
- ARTHURY, L. H. M. E TERRAZZAN, E. A. A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a **Gravitação Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, e3403, 2018.
- ATKINS, P. W.; JONES, L. **Princípios de Química**, Caracelli, I. *et alii*; trads.; Bookman: Porto Alegre, 1999.
- AUTOR 2, et.al, 2015.
- _____, et. al, 2019.
- BALDOW, R E FILHO, J. B. B. A peça didática de Brecht como instrumento de divulgação científica: o caso Galileu **Experiências em Ensino de Ciências**, v.11, n. 3, 2016.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 229p, 2011.
- BOARO, D. A. E MASSONI, N. T. (2018) O uso de elementos da história e filosofia da ciência (HFC) em aulas de física em uma disciplina de estágio supervisionado: alguns resultados de pesquisa. **Investigações em ensino de ciências** v.23, n.3, pp. 110-144, 2018.
- BOGDAN, R.C.; BIKLEN. **Investigação Qualitativa em educação**. Porto: Porto Editora. 167p. 1994
- BOAS, A. V. SILVA, M. R. PASSOS, M. M. ARRUDA, S.M. História da ciência e natureza da ciência: Debates e consensos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 287-322, 2013.
- CHINELLI, M. V.; FERREIRA, M. V.; AGUIAR, L.E. Epistemologia em sala de aula: A natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010
- CLOUGH, M. P. The Story Behind the Science: Bringing Science and Scientists to Life in Post-Secondary Science Education. **Science & Education**, v. 20, n.7, p. 701-717, 2011

- COSTA, M. E BATISTA, I. L. Abordagem histórico-didática para o ensino da Teoria Eletrofraca utilizando simulações computacionais de experimentos históricos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 242-262, 2020.
- DAMASIO, F; PEDUZZI, L. O. Q. A formação continuada de professores para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica por meio da história e filosofia da ciência sob o viés relativista: um estudo de caso. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n.5, 2017.
- DEWITT, R. **Worldviews. An Introduction to the History and Philosophy of Science**. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd. 326p, 2004.
- DRUMMOND, J.M et.al. Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.**, v. 32, n. 1, p. 99-141, 2015.
- DUSCHL, R. A.; GRANDY, R., Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. **Science & Education**, v. 22, n.9, p. 2109-2139, 2013.
- FERNANDES, M.A; PORTO; P.A. Investigando a presença da história da ciência em livros didáticos de química geral para o ensino superior. **Química Nova**, v.35, n.2, p.420-429, 2012.
- FORATO, T.C; MARTINS, R. A., PIETROCOLA, M. History and Nature of Science in High School: Building Up Parameters to Guide Educational Materials and Strategies. **Science & Education**, v. 21, n.5, p. 657-682, 2012
- _____. PIETROCOLA, M; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.
- GARAY, F. R. G., Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: Discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 51-62, 2011.
- GARIK, P., GARBAYO, L., BENETREAU-DUPIN, Y., WINRICH, C., DUFFY, A., GROSS, N. E JARIWALA, M. Teaching the Conceptual History of Physics to Physics Teachers, **Science & Education** v. 24, n.4 p.387–408, 2015.
- GARRITZ-RUIZ, A.; CHAMIZO, J. A. **Química**, Pearson: São Paulo, 2000
- GATTI, S. R., NARDI, R.; SILVA, D. História da ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 7-59, 2010
- GRAVROGLU, K. **O Passado das Ciências como História**. 1ed, Lisboa: Porto editora, 2007. 301p.

- GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.
- GUERRA, A., BRAGA, M. REIS, J.C. History, Philosophy, and Science in a Social Perspective: A Pedagogical Project, **Science & Education**, v. 22, n.6, p. 1485-15033, 2013.
- _____.; REIS, J. C.; BRAGA, M. Tempo, espaço e simultaneidade: Uma questão para os cientistas, artistas, engenheiros e matemáticos no Século XIX. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 568-583. 2010.
- HENKE, A. E HOTTECKE, D. Physics Teachers' Challenges in Using History and Philosophy of Science in Teaching, **Science & Education** v. 24 n.4, p.349–385, 2015.
- HIDALGO, J. M.; SCHIVANI, M; SILVA, M. História e Filosofia da Ciência na formação docente: trabalhando com animações digitais **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 805-850, 2018.
- IRZIK, G.; NOLA, R., A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, v. 20, n.7, p. 591-607, 2011
- JARDIM, W. T. E GUERRA, A. Experimentos históricos e o ensino de física: agregando reflexões a partir da revisão bibliográfica da área e da história cultural da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22 n.3, pp. 244-263, 2017.
- KANDERAKIS, N. E., When is a Physical Concept born? The Emergence of 'Work' as a Magnitude of Mechanics. **Science & Education**, v. 19, n.10, p. 995-1012, 2010.
- KLASSEN, S. V. The Photoelectric Effect: Reconstructing the Story for the Physics Classroom, **Science & Education**, v. 20, n.7, p. 719-731, 2010.
- KOTZ, J.C. E; TREICHEL JR., P. **Química e reações químicas**. Trad. J.R.P. Bonapace. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC. v. 1, 2002
- LEDERMAN, N.G. ET AL. Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, v.39, n.6, p.497–521, 2002.
- LEDEN, L., HANSSON, L., REDFORS, A. E IDELAND, M. Teachers' Ways of Talking About Nature of Science and Its Teaching. **Science & Education**, v. 24, n.9, p.1141–1172, 2015.
- LEITE, L. History of Science in Education: Development and Validation of a Checklist for Analyzing the Historical Content of Science Textbooks. **Science & Education**, v. 11, n.4, 2002.

- LEITE, D. A. R. E.; SILVA, D. S. A natureza da ciência e a formação inicial de professores: análise de uma proposta didática desenvolvida em um curso de licenciatura em física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n.5, 2018
- LÓPEZ, J. L. A., GÓMEZ, O. J. E MORENO, A. S. La historia en la enseñanza y aprendizaje de los campos clásicos **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n 1, p.1-18, 2018.
- MARTINS, A. F.P RYDER, J. Há realmente um consenso acerca da natureza da ciência no ensino de ciências? In: encontro nacional de pesquisa em ensino de física, 15, 2014, Maresias **Atas...** Disponível em < <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/xv/sys/resumos/T0135-1.pdf>> Acesso em: 01 jul. 2020.
- MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. **Ciência & Educação**, v. 20, n. 3, p. 595-616, 2014.
- MATTHEWS, M. História, Filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.12, n.3, p.164-214, 1995
- _____. **Changing the focus: from nature of science to features of science**. Disponível em: <<http://www.bu.edu/hps-scied/files/2012/10/Matthews-HPS-Changing-the-Focus-From-Nature-of-Science-to-Features-of-Science.pdf>> Acesso em 01 jul. 2020.
- MAURINES, L.; BEAUFILS, D. Teaching the Nature of Science in Physics Courses: The Contribution of Classroom Historical Inquiries. **Science & Education**, v. 22, n.6, p. 1443-1465, 2013.
- MCCOMAS, W. F. **The history of science and the future of science education: A typology of approaches to the history of science in science instruction**. In Kokkotas, P. V., Malamista, K. S. and Rizaki, A. A. (Eds.) *Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom* (pp 37-54). Rotterdam:Sense Publishers, 2010.
- _____. ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. The Nature of Science in Science Education: an introduction. **Science & Education**, v.7, n. 6, p. 511-532, 1998.
- MELO, E.; BÄCHTOLD, M. A Theater-Based Device for Training Teachers on the Nature of Science, **Science & Education**, v. 27, n.9, p.963–986, 2018.
- MONTEIRO, M. M.; MARTINS, A. F. P. História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 4501, 2015

- MORAES, A.; Guerra. A. História e a filosofia da ciência: caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1502, 2013.
- NOURI, N., MCCOMAS, W. F.; Aponte-Martinez, G. J. Instructors' Rationales and Strategies for Teaching History of Science in Preservice Settings, **Science & Education**, v.28, n.3, p.367–389, 2019
- OLIVEIRA, B.J. **Fleck e o papel da educação na história da ciência**. Publicações do Scientiarum história IV, 2011. Disponível em <<http://www.hcte.ufrj.br/downloads/sh/sh4/trabalhos/Bernardo%20Jefferson%20FLECK%20E%20O%20PAPEL%20DA%20EDUCA%C3%87%C3%83O%20NA%20HIST%C3%93RIA%20DA%20CI%C3%84NCIA.pdf>>. Acesso em 01 jul. 2020.
- PENA, F. L. A. E TEIXEIRA E. S. Concepções sobre a Natureza da Ciência: a trajetória dos estudantes de uma disciplina sobre Evolução dos Conceitos da Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 152-175, 2017.
- PEREIRA, G. J. S. A.; MARTINS, A. F. P. A inserção de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico no currículo dos cursos de licenciatura em física e em química da UFRN: Uma análise comparativa, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 229-258, 2011.
- QUEIROZ, D. M. E HIDALGO, J. M. Blaise Pascal (1623-1662), um humano: recorte biográfico e proposta para a formação docente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 457-489, 2019.
- QUEIRÓS, W. P., NARDI, R. E NETO, D. D. As influências teóricas e do contexto sociocultural no trabalho técnico científico de James Prescott Joule: Contribuições para a formação de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 675-703, 2019.
- QUINTAL, J. R.; GUERRA, A. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. **Revista Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009.
- RAMOS, M. T. Teachers' Ideas about the Nature of Science: A Critical Analysis of Research Approaches and Their Contribution to Pedagogical Practice. **Science & Education**, v. 21, n.5 p. 631-655, 2012.

- RUTT, A; MUMBA, F. Developing Preservice Teachers' Understanding of and Pedagogical Content Knowledge for History of Science–Integrated Science Instruction, **Science & Education** v. 28, n.9, p.1153–1179, 2019.
- SEKER, H.; GUNAY, B. G., History of Science in the Physics Curriculum: A Directed Content Analysis of Historical Sources, **Science & Education**, v. 21, n.5, p. 683-703, 2012.
- SILVA, B. V. C. E MARTINS, A. F. P. Uma proposta para avaliação do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo de futuros professores de Física acerca da temática Natureza da Ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 389-413, 2018.
- SILVA, B. V. C. E MARTINS, A. F. P. O conhecimento pedagógico do conteúdo referente ao tema Natureza da Ciência na formação inicial de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 735-768. 2019.
- STUCKER, M. et al. The Philosophical Works of Ludwik Fleck and Their Potential Meaning for Teaching and Learning Science. **Science & Education** v.24, n.3, p. 281–298, 2015.
- TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I.M.; FREIRE JR, O. The History and Philosophy of Science in Physics Teaching: A Research Synthesis of Didactic Interventions, **Science & Education**, v. 21, n.6, p. 771-796., 2012.
- TORÍBIO, A, M. **História da Física. Núcleo de Educação Aberta e à Distância**, UFES Vitória, 66p, 2012.
- VITAL, A. E GUERRA, A. Os sentidos que os estudantes atribuem ao ensino de física e à sua abordagem histórica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n.1, p. 130-154, 2018.
- _____. Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção da história da ciência no ensino. **Ciência & Educação**., Bauru, v. 22, n. 2, p. 351-370, 2016
- Wahbeh, N. **The effect of a content-embedded explicit-reflective approach on in service teachers' views and practices related to nature of science**. Unpublished doctoral dissertation. University of Illinois at Urbana-Champaign, Champaign, IL, 2009.