

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIAS E LETRAS DE IGUATU**  
**CAMPUS MULTI INSTITUCIONAL HUMBERTO TEIXEIRA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA**

**ERISLÂNDIO JOSÉ DA SILVA**

**HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DOCENTE:  
CONTEXTUALIZANDO O CONCEITO DE INÉRCIA ATRAVÉS DE SUA  
HISTÓRIA**

**IGUATU - CEARÁ**

**2017**

ERISLÂNDIO JOSÉ DA SILVA

HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO  
DOCENTE: CONTEXTUALIZANDO O CONCEITO DE  
INÉRCIA ATRAVÉS DE SUA HISTÓRIA

Trabalho de Conclusão de Graduação apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Física da Faculdade de Educação Ciências e Letras de Iguatu da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para à obtenção do grau de Licenciado em Física.

Orientador: Prof.º Mykaell Martins da Silva.

**IGUATU - CEARÁ**

**2017**

## **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**

**Universidade Estadual do Ceará**

**Sistema de Bibliotecas**

Silva, Erislândio José da.

História e Filosofia da Ciência na formação docente: contextualizando o conceito de inércia através de sua História [recurso eletrônico] / Erislândio José da Silva. - 2017.

1 CD-ROM: 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 42 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -Universidade Estadual do Ceará, Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Iguatu, Graduação em Física, Iguatú, 2017.

Orientação: Prof. Me. Mykaell Martins da Silva.

1. História e Filosofia da Ciência. 2. Natureza da Ciência. 3. Ensino de Ciências. 4. História da Inércia. I. Título.

ERISLÂNDIO JOSÉ DA SILVA

HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO  
DOCENTE: CONTEXTUALIZANDO O CONCEITO DE  
INÉRCIA ATRAVÉS DE SUA HISTÓRIA.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Licenciatura em  
Física da Faculdade de Educação  
Ciências e Letras de Iguatu da  
Universidade Estadual do Ceará, como  
requisito parcial para à obtenção do grau  
de Licenciado em Física.

Aprovada em: 24 de Janeiro de 2017.

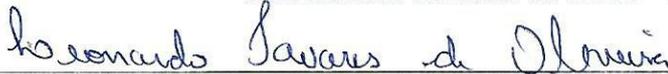
BANCA EXAMINADORA



Prof.º Mykaell Martins da Silva (Orientador)

Faculdade de Educação Ciências e Letras de Iguatu – FECLI

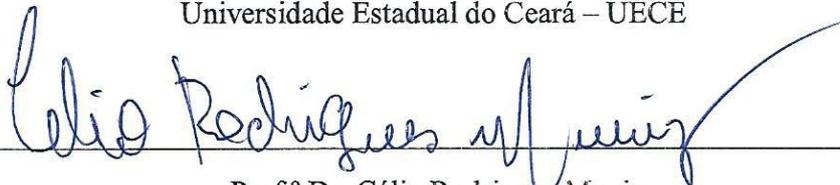
Universidade Estadual do Ceará – UECE



Prof.º Me. Leonardo Tavares de Oliveira

Faculdade de Educação Ciências e Letras de Iguatu – FECLI

Universidade Estadual do Ceará – UECE



Prof.º Dr. Célio Rodrigues Muniz

Faculdade de Educação Ciências e Letras de Iguatu – FECLI

Universidade Estadual do Ceará – UECE



Prof. Me. Italo Pereira Bezerra

Faculdade de Educação Ciências e Letras de Iguatu – FECLI

Universidade Estadual do Ceará – UECE

A minha família, em especial (Maria Antônia e José Rosa) e todas as pessoas que mim ajudaram até aqui.

## **AGRADECIMENTO**

A DEUS, que tanto o acredito, por ter mim concedido a vida, pela fé e perseverança que me possibilita vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, e incentivo nessa fase do meu curso de graduação e durante toda a vida.

Aos meus irmãos, de forma especial a Josefa Maria, que tenho como referência nessa vocação e sempre está disposta a ajudar no que for necessário.

A minha esposa e filha, pela constante paciência e compreensão, durante todo esse trajeto, me ouvindo e auxiliando nos momentos mais difíceis dessa jornada.

Aos professores e colegas que colaboraram sobre diversas discussões sobre a prática docente, principalmente ao meu Orientador Mykaell Martins da Silva.

Aos meus alunos de estágio, pelo respeito e carinho que estiveram nesse curto intervalo de preparação e conhecimento.

Enfim, sou grata a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

*“A filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega”.*

*(Lakatos)*

## RESUMO

A inserção da História e Filosofia da Ciência (HFC) na formação dos professores do ensino de ciências vem sendo defendido na literatura especializada. Os especialistas apontam para uma formação de qualidade, proporcionando uma visão crítica sobre a Natureza da Ciência, além de contribuir para um melhor entendimento dos conceitos científicos, isso porque acreditamos que a compreensão dos conhecimentos físicos está intrinsecamente relacionada ao entendimento dos problemas que tais conhecimentos buscam resolver. Contudo, pesquisas apontam que muito pouco ou quase nada da HFC vem sendo utilizado no ensino, nas quais a formação do professor se destaca como principal fator. Nosso objetivo nessa pesquisa é fazer um levantamento sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência e enfatizar os problemas na formação inicial do professor encontrada na literatura, em que se destacam: falta de visão crítica sobre a Natureza da Ciência (NdC) que corrobora para uma imagem deformada da ciência; a dificuldade de entender a HFC como abordagem; a falta de material adequado com teor histórico. À luz desse último obstáculo, elaboramos um texto narrando a construção histórica do conceito de inércia, contextualizando e trazendo diversas contribuições de pensadores, desde a antiguidade até as generalizações feitas por Newton o que culminou na primeira lei da Inércia. Por fim, destacamos a importância de utilizar a HFC na formação docente tendo em vista que o fortalecimento dos conteúdos específicos nos leva a adquirir uma visão crítica sobre a NdC e nos conduz a uma ação reflexiva para utilização da mesma para fins didáticos no ensino.

**Palavras-chaves:** História e Filosofia da Ciência. Natureza da Ciência. Ensino de ciências. História da Inércia.

## ABSTRACT

The insertion of the History and Philosophy of Science (HFC) in the training of teachers of science education has been defended in the specialized literature. The specialists point to a quality formation, providing a critical view on the Nature of Science, besides contributing to a better understanding of the scientific concepts, because we believe that the understanding of the physical knowledge is intrinsically related to the understanding of the problems to which such knowledge Seek to solve. However, research indicates that little or almost nothing of the HFC has been used in teaching, of which, teacher training stands out as the main factor. Our objective in this research is to make a survey about the insertion of the History and Philosophy of Science and to emphasize the problems in the initial formation of the teacher found in the literature, in which they stand out: lack of critical view on the Nature of Science (NdC) that corroborates A deformed image of science; The difficulty of understanding HFC as an approach; The lack of adequate material with historical content. In light of this last obstacle, we elaborate a text narrating the historical construction of the concept of inertia, contextualizing and bringing diverse contributions of thinkers, from the antiquity to the generalizations made by Newton which culminated in the first law of Inertia. Finally, we emphasize the importance of using HFC in teacher training, since the strengthening of specific contents leads us to acquire a critical view about NdC and leads us to a reflexive action to use it for teaching purposes in teaching.

**Keywords:** History and Philosophy of Science. Nature of Science. Science Teaching. History of Inertia.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA, NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO.....</b>	<b>15</b>
2.1	HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COM OÁREA DE PESQUISA.....	15
2.2	HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO.....	16
2.3	SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A INSERÇÃO DA HFC NO ENSINO.....	18
<b>3</b>	<b>UMA BREVE HISTÓRIA DA INÉRCIA.....</b>	<b>24</b>
3.1	CONCEPÇÕES DE MOVIMENTO NA ANTIGUIDADE.....	24
3.1.1	Eleatas.....	24
3.1.2	Atomistas.....	25
3.1.3	As concepções de movimento de aristóteles.....	26
3.2	CONTRIBUIÇÕES NA IDADE MÉDIA PARA O MOVIMENTO DOS CORPOS.....	29
3.2.1	Críticas ao modelo aristotélico.....	29
3.2.2	Algumas contribuições árabes.....	30
3.2.3	Mais críticas ao modelo aristotélico.....	31
3.3	O MOVIMENTO NO RENASCIMENTO.....	32
3.3.1	Contribuições de galileu ao movimento.....	33
3.3.2	Algumas contribuições de rené descartes.....	34
3.3.3	Newton e a lei da inércia.....	35
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A sessão introdutória da presente monografia de conclusão de curso se inicia por um registro de minha trajetória no curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual do Ceará. Este registro tem como finalidade explicitar as motivações que me levaram à escolha do referido tema. Em seguida na sessão, História e Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência no Ensino, reflito sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências, em particular a física, chama-se a atenção, também, para problemas referentes à formação de professores. Dando continuidade, na sessão, Uma breve história da inércia, resgato as contribuições de pensadores no passado e narro a construção do conceito de inércia.

O referido relato aborda contribuições decorrentes do meu trajeto no curso de licenciatura em física que ocorreu durante o período de 2010.1 até o presente momento. Engloba também a igualmente significativa participação no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência (PIBID) e minha participação em atividades extracurriculares, como eventos, congressos, palestras, os quais tiveram contribuições significativas para a escolha do tema.

Em fevereiro de 2010 inicia-se meu trajeto na graduação, como aluno no curso de Licenciatura em Física pela Faculdade de Educação Ciências e Letras de Iguatu-FECLI/UECE. Na época, com a perspectiva de que o curso me proporcionasse algo diferente, desafiador e ao mesmo tempo conhecedor sobre a ampliação de alguns conhecimentos que já possuía da ciência, mas com escasso aprofundamento, isto faria com que a minha motivação pela descoberta científica chegasse ao auge de minha imaginação. No momento final de minha graduação, já refletindo para esta monografia, acredito que o curso proporcionou muitas perspectivas positivas, esclarecedoras do ponto de vista científico, possibilitando uma elucidação maior tanto em relação a visão da Ciência quanto da transmissão do conhecimento científico.

Refletindo sobre esses dois momentos descritos acima, e relacionando com as argumentações sobre o uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino (ver sessão História e Filosofia da Ciência, Natureza da Ciência no Ensino) fica evidente a importância de caracterizar a fundamentação do estudo da HFC na formação inicial do professor. Isso faz jus ao desempenho do docente na transmissão do saber e em suas reflexões quanto às melhorias no processo de ensino e aprendizagem. Especialistas vêm relatando uma série de lacunas que permeiam a formação docente, no que diz respeito à

inserção da HFC no ensino de ciências, em particular a física (DUARTE, 2004; BATISTA; MOHR; FERRARI, 2007; PAGLIARINI; SILVA, 2006; BRINCKMANN; DELIZOICOV, 2009; OLIVEIRA, 2013); de fato, não foi diferente durante minha formação inicial.

Nos anos iniciais do curso, meu contato com a História e a Filosofia da Ciência praticamente não ocorreu, salvo algumas exceções em disciplinas nas quais os professores relatavam o percurso metodológico, linear e carregado de concepções equivocadas sobre o funcionamento da ciência (em comparação com o que é aceito hoje) e sem base na historiografia atual, o que acabou reforçando alguns estereótipos sobre o funcionamento da ciência. O único contato sistemático com a História e a Filosofia da Ciência ocorreu no penúltimo semestre de minha formação com a disciplina Fundamentos Históricos, Filosóficos e Sociológicos da Ciência (FHFSC), onde o professor optou por dar ênfase à construção do conhecimento científico na antiguidade chegando a idade média e permitindo conhecer aquelas contribuições que ficaram as margem deste processo de construção.

Durante a disciplina tive a oportunidade de conhecer determinados assuntos de como se constituiu o processo de construção do conhecimento científico e que importância tinha para com a aprendizagem. Porém, o pouco tempo que tivemos foram insuficientes para refletir sobre seu uso no ensino; então como fazer? Quais vantagens em utilizar a História da Ciência? Quais as implicações e a importância do pensamento científico para o desenvolvimento sociocultural da humanidade? Como podemos utilizar essas informações como abordagem para melhorar o ensino?

Tais questionamentos não podiam ser respondidos no pouco tempo disponível para a disciplina. Contudo, ao concluir a disciplina surgiu um interesse pessoal em me aprofundar no tema, principalmente pela necessidade e reconhecimento sobre a relevância da área para o ensino. Este interesse foi intensificado por participar do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID) no qual participei por 2 anos, coordenado pelo Prof. Me. Italo Pereira Bezerra tendo como colaboradora a Prof<sup>a</sup>. Dra. Lazara Silveira Castrillo.

O PIBID tem como objetivo maior o incentivo à formação de professores para a Educação Básica e a elevação da qualidade da escola pública. Os bolsistas participantes, alunos dos cursos de licenciatura, são inseridos no cotidiano de escolas da rede pública. Planejam e participam de experiências metodológicas, tecnológicas e práticas docentes

de caráter inovador e interdisciplinar, buscando a superação de problemas identificados no processo de ensino-aprendizagem.

O projeto de Física procurava ressaltar as seguintes contribuições quanto à formação docente: valorização do curso de licenciatura em Física da Fecli; integração entre a formação inicial do docente e o seu campo de atuação profissional; estudo de tendências e inovações indicadas para o ensino de física a partir do estudo aprofundado dessas estratégias de ensino, principalmente aquelas relacionadas ao uso da experimentação.

Em igual período em que cursava a referida disciplina foi ofertado ao PIBID de Física uma oficina, ministrada pelo Prof. Mykaell M. Silva, cujo tema “*Natureza da Ciência no Ensino: uma abordagem contextualizada a partir da HFC*” abordava as bases para a implementação da NdC através da História da Ciência; em seguida mostrou como transmitimos em nossas aulas concepções sobre ciência, consciente ou inconscientemente, sendo na maioria dos casos, visões deformadas sobre o trabalho científico (GIL PEREZ *et al.*, 2001).

Colaborando a partir de então com o PIBID, o Prof. Mykaell Martins Silva, por meio de leitura, apresentação e discussão de artigos, dissertações, teses e capítulos de livros, nós licenciandos e bolsistas aproximamos das discussões promovidas por pesquisadores em ensino de física, oportunidade que não tivemos durante a formação inicial. Isto permitiu elevar, em particular, o meu grau de conhecimento científico sobre a HFC e sobre a NdC.

No PIBID, os bolsistas, voluntariamente, eram organizados em grupos de acordo com uma linha de trabalho específica. Periodicamente, havia um rodízio de bolsistas entre os grupos de forma que todos pudessem vivenciar as diferentes possibilidades de inovação.

Com a expectativa pelo aprofundamento da História e Filosofia da Ciência, a oportunidade se tornava cada vez mais presente em minha formação. Foi justamente neste ensejo que o meu interesse pessoal, em me aperfeiçoar pela temática, levou-me ao grupo de História e Filosofia da Ciência. O grupo era formado por 4 bolsistas, onde, em conjunto, refletíamos sobre os futuros trabalhos. Durante os planejamentos das atividades havia muitas discussões no sentido de pensar nas melhorias de ensino e nas contribuições que a História e Filosofia da Ciência poderiam proporcionar. As

discussões permitiram ao grupo perceber a complexidade da área; foi identificada uma série de obstáculos durante o planejamento da oficina, principalmente aqueles relacionados aos argumentos da História e Filosofia da Ciência ligados à prática a ser trabalhada posteriormente. Esta dificuldade é enfatizada por Martins (2007) que aponta que na formação de professor “é preciso refletir sobre o como fazer” (MARTINS, 2007, p.127). Particularmente, um trabalho realizado na época, teria impacto importante para a escolha desse tema. Os coordenadores solicitaram ao grupo, da qual eu fazia parte, que elaborasse uma oficina com temática específica sobre a História da Ciência para intervenção no evento “Dia da Física” nas escolas da rede pública parceiras do programa.

A escolha do tema já proporcionou uma dificuldade. Qual tema é relevante para abordarmos os conteúdos de física, a serem estudados através da HFC? Como a HFC pode ser explorada para contextualizar os conteúdos de física? Após bastante discussão e reflexão, decidimos apresentar uma oficina sobre termodinâmica, com o tema “*a construção da garrafa térmica caseira*”, devido já haver apresentado um experimento anteriormente com o mesmo tema e por conhecer, em leituras anteriores, brevemente sobre a história do calor.

Diante desta temática, analisamos como preparar uma oficina que abordasse também a História e Filosofia da Ciência, pois até o presente momento não nos dava conta do riquíssimo estudo do processo de construção do conhecimento por trás do conceito de calor. Foi aí então que percebemos que era essencial apresentar aos alunos a construção destes acontecimentos históricos, pois tínhamos o conhecimento que dificilmente era relatado pelo docente em sala de aula.

Inicialmente encontramos muitos obstáculos na inserção da História e Filosofia da Ciência. Ao executar a investigação encontramos bastante dificuldade na busca de materiais adequados que envolvessem a construção do conceito de calor e nos auxiliasse neste trabalho. Outro fator determinante foi a dificuldade de realizar os recortes que abordassem os temas mais relevantes desta história sem perda de informação, já que, como percebe-se, foram muitas contribuições. Após bastante leitura, reflexão e discussão com o grupo, apresentamos a oficina aos coordenadores. A princípio, acreditávamos, pela dificuldade, ter feito um ótimo trabalho, mas logo ficou evidente, após uma correção minuciosa dos coordenadores, que muitas coisas precisariam ser feitas.

Estas experiências, durante a graduação, motivaram reflexões junto com o orientador sobre a complexidade da temática HFC no ensino, bem como, o conjunto de argumentos referentes a natureza da ciência.

Os referenciais teóricos e minha experiência pessoal durante a graduação, sinalizavam lacunas na formação docente no que diz respeito a inserção da HFC no contexto educacional. Nesse contexto, surge a necessidade de trabalhar com futuros docentes, utilizando material e abordagem adequados, visando à formação desses indivíduos. Estes foram os aspectos motivacionais para a decisão de me enveredar pelo caminho escolhido para o presente trabalho de conclusão de curso.

## **2. HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA, NATUREZA DA CIÊNCIA NO ENSINO**

Neste tópico refletimos sobre a fundamentação teórica que ampara o presente trabalho de conclusão de curso: apresentam-se as discursões sobre a inserção da História e da Filosofia da Ciência no Ensino; Sobre a temática Natureza da Ciência; Sobre problemas referentes à formação de professores.

### **2.1 HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA COMO ÁREA DE PESQUISA**

A História da Ciência<sup>1</sup> (HC) é uma área de pesquisa já consolidada no Brasil e no mundo. Existem diversas sociedades e associações de História da Ciência. Internacionalmente, podemos citar: History of Science Society (fundada em 1924, nos Estados Unidos) e a British Society for the History of Science (fundada em 1947, no Reino Unido). Aqui no Brasil, podemos citar como exemplos a Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC), a Sociedade Brasileira de História da Matemática (SBHMat) e a Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHiB). Os trabalhos produzidos por profissionais da área são publicados em revistas acadêmicas nacionais e internacionais, como a Revista Brasileira de História da Ciência, os Cadernos de História e Filosofia da Ciência da UNICAMP e o periódico ISIS, mantido pela History of Science Society.

A História da Ciência procura estudar o processo de construção do conhecimento. Seu objetivo é estudar o que foi proposto ou aceito como conhecimento em determinada época, ou seja, ela não olha para o passado e procura as origens do que é então aceito hoje; ela não busca os “acertos” e despreza os “erros” no processo de construção do conhecimento. A História da Ciência procura estudar a construção do conhecimento de uma época dentro do seu próprio contexto.

Um trabalho em História da Ciência procura evitar a reconstrução da história em longos e vastos períodos de tempo, do tipo “História da Mecânica desde Adão e Eva até os dias atuais”. Assim como se abstém de reconstruir a História da Ciência através de

---

<sup>1</sup>Ao tratar História da Ciência, nos remetemos também a Filosofia da Ciência, reconhecendo a Inter-relação entre eles, representado pela frase de Imre Lakatos: “A Filosofia da Ciência está vazia sem História da Ciência; a História da Ciência está cega sem Filosofia da Ciência” (LAKATOS, 1983, p. 107).

biografias de cientistas, evitando fazer alusão a gênios perfeitos e isolados da ciência. Evita-se o anacronismo, a tendência de olhar o passado tomando como base o presente, a Ciência pedigree, onde rotula os cientistas como “pai da Ciência Moderna”, “pai do Método Científico”. Trabalhos de má qualidade costumam enfatizar um determinado cientista, deixando de lado informações sobre o contexto em que essas pessoas viveram e produziram seus trabalhos. Atividades desse tipo costumam distorcer a natureza da ciência e gerar diversas concepções equivocadas sobre a ciência e sobre o trabalho científico.

O trabalho em HFC busca entender o contexto da construção dos conhecimentos em determinada época, partindo do pressuposto de que, cada cultura, em cada época, tem formas distintas de ver o mundo e formas diferentes de tentar resolvê-lo. O trabalho do historiador da ciência é específico, aprofundado, detalhado e não necessariamente busca a finalidade para o ensino. O que não implica dizer que não tenha utilidade na prática docente.

Existem estudiosos, educadores e historiadores, que realizam a transposição didática da história da ciência para o contexto educacional. NICÁCIO (2015) destaca que este processo demanda conhecimento aprofundado da própria História da Ciência, bem como da Didática da Ciência.

Nas seções seguintes do presente tópico abordaremos as vantagens e possibilidades sobre o uso da História e Filosofia da Ciência para o ensino de física.

## **2.2 HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO**

A inserção de episódios históricos no ensino de ciência, em especial, no ensino de física tem sido defendida por diversos autores. Utilizar uma perspectiva histórica significa apresentar benefícios formativos para os estudantes, tais como: compreensão para um ensino de ciências de melhor qualidade; A História e a Filosofia da Ciência podem proporcionar um conhecimento aprofundado dos conceitos; A História e a Filosofia da Ciência contribui para uma compreensão sobre a natureza da ciência; A História e a Filosofia da Ciência podem “humanizar” a Ciência; A História e a Filosofia da Ciência têm importância como herança cultural da humanidade. (ROBILOTTA, 1988; GIL-PÉREZ et al, 2001; DUARTE, 2004; GATTI; NARDI; SILVA, 2004; MARTINS, 2007; BRINCKMANN; DELIZOICOV, 2009; PEREIRA, 2009).

O uso adequado da história da ciência pode motivar o aluno, porque ele aproxima o conhecimento e os cientistas a uma realidade humana. Além de favorecer uma melhor compreensão dos conceitos científicos (MATTEWS, 1994). Considera-se que a compreensão dos conhecimentos físicos está intrinsecamente relacionada ao entendimento dos problemas a que tais conhecimentos buscaram responder.

A História das Ciências, ao fornecer informação contextualizada dos conceitos e teorias científicas que prevaleceram em vários momentos da história, pode facilitar e enriquecer a compreensão conceitual (DUARTE, 2004, p. 318).

Outro ponto levantado por Duarte (2004) diz respeito a um paralelismo existente entre a construção histórica dos conceitos científicos e a construção psicológica dos mesmos pelos alunos; existe uma analogia adotada por antigos cientistas e algumas ideias dos alunos. Como coloca Duarte (2004):

A História da Ciência pode ajudar os professores a antecipar concepções perfilhadas pelos alunos ou a obter uma percepção das dificuldades conceituais – que, em alguns casos, assumem o caráter de verdadeiros obstáculos epistemológicos – e metodológicos sentidos pelos alunos na construção do conhecimento científico e assim prever estratégias para a sua superação (DUARTE, 2004, p. 319).

Outro ponto diz respeito ao uso da História da Ciência para a compreensão da natureza da ciência. Isso porque ensinar ciência é tão importante quanto ensinar sobre ciência. Em pesquisa realizada em periódicos nacionais desde 1996 a 2010 Vilas Boas e Silva e Passos e Arruda (2013, p. 313) conclui haver uma inexistência acerca da argumentação contrária à importância da discussão sobre a NdC.

Compreender a NdC dá oportunidade ao aluno de entender que o conhecimento científico é produto de uma complexa atividade social, como as teorias e conceitos evoluíram por atividades humanas, marcadas pelos contextos sociais e históricos de cada época.

Corroborando a defesa frente à comunidade acadêmica, os documentos oficiais (PCN, PCN+, PNLD) que regem a educação no Brasil, trazem recomendações da importância de aspectos da HFC para a formação do aluno. Podemos encontrar nestes documentos, por exemplo, que “é essencial que o conhecimento físico seja explicitado

como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas” (PCNEM – Brasil, 1999, p. 22).

Na seção seguinte abordaremos como a História e a Filosofia da Ciência pode ser inserida na formação docente e as dificuldades inerentes a área.

### **2.3 SOBRE A FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA A INSERÇÃO DA HFC NO ENSINO.**

Podemos identificar na literatura duas tendências na utilização da HFC para a formação do professor. Primeiro, utilizar os próprios conteúdos da HFC para desenvolver no professor uma visão crítica sobre o funcionamento da ciência; segundo, apresentar a HFC como abordagem, proporcionando um melhor entendimento dos conceitos científicos.

No primeiro caso o professor pode utilizar a HFC para proporcionar uma visão crítica sobre a Natureza da Ciência (NdC). E isso é importante em sua formação porque o professor durante suas aulas transmite, consciente ou inconscientemente, concepções sobre a natureza da ciência (GIL-PÉREZ *et al*, 2001; PEREIRA, 2009; OLIVEIRA, 2013). Sendo essas concepções na maioria dos casos inadequada (frente ao aceito atualmente). Outro fator, como aponta Gil-Pérez *et al* (2001), diz que investigações que “evidenciam as concepções epistemológicas inadequadas e mesmo incorretas como um dos principais obstáculos aos movimentos de renovação da Educação” (GIL-PÉREZ, 2001, p. 126).

Em seu trabalho (dividido em duas partes), Gil-Pérez *et al*. (2001) investiga visões deformadas sobre o trabalho científico presente nos docentes, trazendo reflexões sobre o que deveria ser evitado. Em seguida, os autores apresentam alguns consensos do fazer científico na tentativa de mostrar como tal caracterização pode superar as deformações identificadas na primeira parte.

Gil-Pérez *et al* (2001) enumeram sete visões deformadas da ciência, presentes em professores tanto no ensino formal como o informal, que “se expressa como uma imagem ingênua, profundamente afastada do que é a construção do conhecimento científico” (GIL-PÉREZ, 2001, p. 128) e desenvolve sobre elas considerações que ajudam na reflexão sobre a NdC. São elas: Concepção empirico-indutivista e atórica,

destacando o papel neutro da observação e da experimentação; visão rígida, a qual apresenta o método científico como um conjunto de etapas a serem seguidas mecanicamente; visão aproblemática e ahistórica, apresentando o conhecimento pronto, acabado, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, as dificuldades encontradas, etc; visão exclusivamente analítica, tratando o conhecimento científico separado, limitado, simplificador, sem reconhecer as unificações como característica do desenvolvimento do conhecimento científico; visão acumulativa de crescimento linear, com o desenvolvimento científico aparecendo como sendo linear, puramente acumulativo, sem reconhecer as rupturas e mudanças de pensamentos; visão individualista e elitista da ciência, enfatizando a existência de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo; visão socialmente neutra da ciência, tratando a ciência de forma descontextualizada, não reconhecendo as relações entre ciência, tecnologia, sociedade.

Atribuímos, assim como Pereira (2009), que a importância destinada à “HFC para uma compreensão adequada da natureza da ciência recai sobre a necessidade de incorporá-las nos currículos dos cursos de formação de professores de ciências” (PEREIRA, 2009, p. 63). Isso se dá porque a HFC é um dos meios para se chegar a uma compreensão adequada da natureza da ciência, num ponto mais extremo, “para uma compreensão maior, mais rica e mais abrangente das questões nelas formuladas [Natureza da Ciência]” (MATTHEWS, 1995, p. 166).

Uma segunda tendência é a utilização da HFC como abordagem, como estratégia de ensino, podendo proporcionar um conhecimento mais aprofundado de sua disciplina.

Matthews (1994), em seu trabalho, apresenta sete argumentos para se inserir a HFC nos currículos de ciência, dos quais destaca-se que a história promove uma melhor compreensão de conceitos científicos; de acordo com esse autor, a perspectiva histórica permite localizar-se em uma corrente de pensamento, e ver como seus conceitos e linha de pensamento são historicamente condicionados.

Conforme Ferreira e Ferreira (2010, p. 3) apontam que os conhecimentos proporcionados pela HFC contribuirão fortemente para que “os licenciandos se sintam motivados a estudarem os conteúdos trabalhados em seus cursos”, e reforçam que “é muito provável que carregarão essa mesma motivação quando lecionarem no Ensino Básico”, proporcionando uma melhor compreensão dos conteúdos das disciplinas.

Quanto à formação de professores, Ferreira e Ferreira (2010) colocam que o estudo da HFC possibilitaria um melhor entendimento da estrutura da ciência assim como o lugar que ocupam na nossa organização intelectual; os autores acreditam que a introdução da HFC nos cursos de licenciatura permitiria aos futuros professores compreenderem como ocorre a construção do conhecimento científico e como a aceitação de uma ideia científica não está sujeita unicamente a valores intrínsecos a ela, mas dependem das influências sociais, políticas, filosóficas e religiosas, entre outras. Ferreira e Ferreira (2010), colocam que:

Partindo dessa reflexão é que defendemos a História da Ciência, interdisciplinar por excelência, como elemento necessário à motivação e formação dos futuros professores, permitindo-lhes um maior aprofundamento nos conteúdos disciplinares (FERREIRA; FERREIRA, 2010, p. 9).

Os autores ainda acreditam que a falta de conhecimento em história da ciência, contribui para “o desânimo da juventude diante dos conteúdos de ensino em geral, provocando o seu não desejo em aprender” (FERREIRA; FERREIRA, 2010, p. 10). Esse desânimo pode justificar, de acordo com os autores, alguns problemas, como as “elevadas taxas de abandono e de reprovação provocadas pela falta de compreensão das razões de se estudar um dado conteúdo, pela falta de uma motivação intrínseca relativamente ao aprendizado exigido pelo sistema educacional” (FERREIRA; FERREIRA, 2010, p. 12).

Gatti; Nardi e Silva (2004) propõem que a inserção da HFC favoreça a adoção de metodologias de ensino mais voltadas para a construção do conhecimento. Os autores acreditam que a abordagem em HFC contribuirá para uma maior compreensão dos conteúdos das disciplinas constituintes dos currículos escolares. Os autores indicam quatro argumentos para sua inserção. a) proporcionar uma visão mais adequada de Ciência enquanto processo de construção; b) servir como base de elementos de reflexão na definição de temas fundamentais; c) revelar os obstáculos epistemológicos por meio da semelhança entre concepções alternativas e concepções relativas a teorias científicas do passado, quando possível e d) superar os modelos de ensino cujo foco principal seja a mera transmissão dos “produtos” da Ciência. (GATTI; NARDI; SILVA, 2004, p. 492 e 493). Os autores propõem um curso de formação de professor sobre a construção do conceito de gravidade e concluem que:

Ao propor momentos de reflexão sobre como o conceito de gravidade foi elaborado historicamente, ampliamos a discussão, não apenas centrada no

conhecimento em si, mas também nas dificuldades enfrentadas em sua elaboração e nas diversas condicionantes presentes no contexto, que interferem no processo de construção do conhecimento científico (GATTI; NARDI; SILVA, 2004, p. 498).

Gatti; Nardi e Silva (2004) trazem também uma discursão da literatura apontando as dificuldades da inserção de conteúdos da HFC na formação dos professores; de acordo com eles (LEVY & SANMARTÍ, 2001) “os cursos de formação inicial de professores não têm conseguido atingir mudanças de postura frente aos processos de ensino e aprendizagem” e isso se dá pelo fato de que “os docentes possuem preconceções sobre o que é importante ensinar, como fazê-lo, quais as causas do fracasso dos estudantes, etc” (LEVY & SANMARTÍ, 2001 apud GATTI; NARDI; SILVA, 2004, p. 492).

Outro problema destacado pelo autor é a dissociação entre as formações científicas e as pedagógicas. Sendo essas disciplinas entendidas como soma para a estrutura curricular (GATTI; NARDI; SILVA, 2004, p. 492). Entendemos que esta questão se relaciona com a pouca ênfase durante a formação direcionada à prática docente - há poucos momentos de reflexões sobre as melhores metodologias e abordagens a serem utilizadas pelos professores.

Aponta-se que um dos problemas a serem enfrentados para essa inserção se relaciona à formação dos professores, em especial, na dificuldade de compreensão da HFC como estratégia didática. Muitos a compreendem como algo a mais a ensinar. Outros afirmam que gostariam de utilizá-la em salas de aula, mas não se sentem preparados para fazê-lo.

Pereira e Martins (2011) em seu trabalho estudam a estrutura curricular dos cursos de licenciatura em física e química no que diz respeito à inserção de disciplinas de conteúdo histórico e filosófico; os autores concluem que “é fundamental trazer para a sala de aula (nas universidades) discussões sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo” (PEREIRA; MARTINS, 2011), e acrescentam:

o conhecimento do “conteúdo” da história da ciência não garante que o futuro professor saiba utilizá-lo nas salas de aula da educação básica. Além do próprio conteúdo, é preciso refletir sobre os aspectos metodológicos e oferecer alternativas, vivências, experiências (PEREIRA; MARTINS, 2011, p. 250).

Um resultado parecido encontramos em Martins (2007). Em pesquisa realizada com alunos da graduação da UFRN, da pós-graduação em ensino de ciências naturais e matemática da UFRN e com professores da rede pública de Natal, Martins (2007) constata que boa parte da dificuldade no que se refere ao uso da HFC está no como fazer, e coloca:

Do ponto de vista da formação de professores, não basta que tenhamos disciplinas de HFC nas licenciaturas. É preciso refletir sobre o como fazer. Embora muitos sujeitos afirmem a importância da HFC como uma estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, boa parte dos questionados, contraditoriamente, não percebe de forma clara o uso da HFC como tal (MARTINS, 2007, p. 127).

O autor acredita que a simples consideração de elementos históricos e filosóficos na formação inicial de professores, ainda que feita com qualidade, não garante a inserção desses conhecimentos nas salas de aula do ensino básico (MARTINS, 2007). Nesse sentido as principais dificuldades surgem quando pensamos na utilização da HFC para fins didáticos (MARTINS, 2007; PEREIRA; MARTINS, 2011).

Em seu trabalho Martins (2007) buscou investigar as principais dificuldades e experiências dos três grupos acima acerca do uso da História e Filosofia da Ciência (HFC) para fins didáticos; um obstáculo identificado pelo autor se refere à formação dos professores - para ser mais preciso, a falta de preparo do professor. Esse mesmo autor infere duas justificativas, uma direcionada aos cursos de formação inicial e outra relacionada a uma busca pessoal dos próprios professores, em prol de sua formação.

No que se refere à primeira justificativa, algo similar foi encontrado em Brinckmann e Delizoicov (2009), em estudo realizado junto a professores de física atuantes no ensino médio. As autoras constataram uma tímida presença da história da ciência na formação do professor. No que diz respeito à busca pessoal dos próprios professores, é preciso chamar atenção que às vezes os professores não estão cientes de sua falta de entendimento (muitas vezes devido à justificativa anterior) e usam a história da ciência numa tentativa de melhorar o ensino. Contudo, como destaca Pagliarini (2006) na maioria dos casos, “o tipo de história que eles usam é distorcida e simplificada” o que acaba reforçando estereótipos e prejudicando o entendimento tanto da própria ciência como dos conteúdos tratados.

Em Duarte (2004), encontramos uma sondagem em trabalhos voltados para a formação de professores em história da ciência. De acordo com a autora, Cardoso (1996) concluiu em seu trabalho, dentre outras coisas, que a forma como os professores utilizavam a história na sala de aula não correspondia à relevância, dada pelos mesmos, quanto ao seu uso no ensino da Física.

Martins (2007) conclui, também, que a deficiência na formação dos professores está relacionada à ausência da percepção da HFC como abordagem (como estratégia didática).

Outro ponto destacado na literatura é a falta de material adequado, tanto para a formação do professor (OLIVEIRA, 2013) como para os professores utilizarem em sala de aula (DUARTE, 2004; BATISTA; MOHR; FERRARI, 2007; PAGLIARINI; SILVA, 2006; BRINCKMANN; DELIZOICOV, 2009). De certa maneira o problema maior não está na ausência ou na quantidade de elementos de HFC que se utiliza no ensino de ciências, mas sim na sua qualidade. A história da ciência presente nesses materiais é distorcida e simplificada (PAGLIARINI, 2006).

Pretendeu-se aqui apresentar algumas discussões existentes na literatura sobre a inserção da História e Filosofia da Ciência para a formação de professores. À luz do que foi apresentado, na sessão seguinte, produzimos uma narrativa abordando a História da Mecânica com objetivo de subsidiar o professor que pretenda abordá-la. Este relato teve como objetivo contribuir com a escassez de material adequado na área. É preciso pensar em torno das lacunas, superar os obstáculos para que assim possamos obter uma formação inicial com qualidade. Outro ponto importante está relacionado à formação continuada, para que esses conhecimentos não fiquem inertes no tempo, para que o professor possa renovar suas práticas e se manter atualizado com as discussões recorrentes na literatura.

### **3. UMA BREVE HISTÓRIA DA INÉRCIA**

#### **3.1 CONCEPÇÕES DE MOVIMENTO NA ANTIGUIDADE**

Na Antiguidade, período histórico que durou até por volta do século V d.C., os pensadores discutiam sobre a origem de todas as coisas, buscando explicações para os fenômenos observados. Os filósofos gregos, embora dispusessem dos mesmos objetos de estudos, divergiam em suas conclusões: “para Tales de Mileto, a água era a origem de tudo; para Heráclito, era o fogo; para Anaximandro, o apeíron (ou indefinido); para Anaxímenes, o ar etc” (FERREIRA; MARTINS, 2009a. p.4).

Essas origens não se aplicavam diretamente aos fenômenos observáveis, portanto, não poderiam ser conceituadas pelos sentidos. Surgindo a necessidade de refletir a respeito do conhecimento sensorial e da razão, várias escolas explicavam os fenômenos de acordo com sua visão teórica. Os eleatas, por exemplo, negavam o uso dos sentidos, para eles o observável é irreal e ilusório. Outro grupo, como os atomistas, opunham-se a essa visão, para eles o conhecimento sensorial era confiável e complementava a razão.

##### **3.1.1 Eleatas**

Os filósofos de Eleia (situada na costa marítima da atual Itália), como eram conhecidos, rejeitavam o observável e classificavam-no como irracional e contraditório. O movimento foi um dos tópicos estudados pelos eleatas.

Nas ideias de Parmênides de Eleia (nascido por volta de 515-510 a.C.) a razão opunha-se à sensação, sendo a primeira o único caminho para o conhecimento. O que de fato existia e podia ser concebido pela razão era necessariamente imutável. Os nossos sentidos nos enganam, o que vemos e tocamos nos confundem, são irreais e ilusórios.

O movimento era um exemplo do ilusório. Parmênides e Zenão, dois dos eleatas mais conhecidos, defendiam que viam o movimento, mas este é impensável, caracterizado pela mudança, transitoriedade, o movimento era o não-ser, irreal e ilusório (KIRK; RAVEN, 1982).

Para sustentar esse pensamento, os eleatas discutiram situações aparentemente paradoxais sobre o movimento; por exemplo, “uma flecha em movimento, ao mesmo tempo, estava parada em cada instante. A flecha está, então, parada ou em movimento?” Refletir sobre o movimento da flecha levava à conclusão de que o movimento era contraditório e não poderia ser pensado, portanto não existia. Outro argumento é o de ‘Aquiles’ e a tartaruga. A tartaruga sendo mais lenta e estando na dianteira em uma corrida contra Aquiles, que é 10 vezes mais rápido e que jamais consegue ultrapassar a tartaruga, já se encontra mais adiante sempre que ele chega ao ponto em que a tartaruga estava anteriormente.

As concepções sobre o movimento e o vazio estavam intimamente entrelaçadas; para os eleatas, caso o movimento existisse, o vazio seria uma condição necessária para sua ocorrência. Contudo, eles negavam também o vazio, argumentavam que aquilo que nada é não poderia existir. Como o vazio era nada, este não podia existir. Portanto, os eleatas, negaram a existência tanto do vazio como do movimento. O Universo, para os eleatas, era cheio e imóvel:

Nada dele é vazio. Pois tudo aquilo que é vazio é nada. Ora, aquilo que nada é não poderia existir. E ele não se move. Pois não pode ceder em nenhum ponto, já que é cheio. Pois se existisse um vazio, ele cederia no vazio, mas como o vazio não é uma coisa que exista, ele não tem onde ceder (MELISSOS, tirado do comentário de Aristóteles, 112, 6.1 *apud* OLIVEIRA, 2013, p. 243).

A escola eleática se opôs ao movimento, ao vazio e à pluralidade. E teve bastante influência sobre sua opositora, a escola atomista grega de Leucipo e Demócrito.

### **3.1.2 Atomistas**

Os atomistas, entre eles Leucipo de Mileto, Demócrito de Abdera, Epicuro e Lucrécio, se opuseram aos eleatas. Eles admitiam a importância do sensorial e defendiam que a construção do conhecimento poderia ser concebida através dos sentidos. Além da divergência sobre a construção do conhecimento, os atomistas defendiam a existência do movimento e por consequência do vazio.

Os atomistas, de modo geral, concordavam que o Universo era formado por espaços vazios e átomos que podiam se mover. Os átomos eram pequenas partículas indivisíveis, impenetráveis, de diferentes formas e tamanhos que se moviam e se agrupavam no vazio, originando todos os fenômenos percebidos pelos nossos sentidos (OLIVEIRA, 2013). Este era o fundamento do pensamento para os atomistas - tudo existe através de átomos e vazios (KIRK; RAVEN, 1982, p. 437).

Tal como os eleatas afirmaram, os atomistas defendiam a ideia de que o vazio é uma condição fundamental para o movimento. No entanto, contrario aos eleatas, os atomistas defendiam a existência do movimento; para eles, sem o vazio os corpos não teriam através do que se mover. Portanto, essa era uma prova empírica da existência do vazio. Nas palavras de Epicuro em uma Carta a Heródoto:

Além disso, o todo é constituído por corpos vazios. Pois, que os corpos existem, a sensação por si mesma o atesta sempre, e é preciso basear-se nela com o raciocínio, para julgar sobre o que é desconhecido, como eu já disse. Se não existisse aquilo que chamamos de vazio ou lugar ou natureza intangível, os corpos não teriam onde estar ou por onde mover-se, como vemos que se movem (LAÉRCIO, 1988, X, p. 39-40 apud FERREIRA; MARTINS, 2009a).

Apesar dos fortes argumentos apresentados pelos atomistas, a ideia de aceitar a existência do vazio sofreu grande resistência pelos gregos antigos; de fato, a ideia de vazio só foi aceita pela humanidade no século XVII.

### **3.1.3 As concepções de movimento de Aristóteles**

Aristóteles de Estagira (384-322 a.C.) é um dos personagens mais importantes e influentes da história da filosofia natural. Este personagem deixou como legado um vasto corpo de conhecimento sistematizado em diversas áreas, como Astronomia, Física, Lógica, Ética. Aristóteles apresentou um aprofundado estudo sobre o movimento que tentaremos descrever a seguir.

Na visão de Aristóteles todos os corpos do universo são dotados de movimento. Ele acredita que todo objeto seja dotado de potencialidade, que se manifesta com o tempo, na mudança e no movimento. Todo o pensamento de Aristóteles se baseia na

ideia de mudança, na sua condição de imperfeição, na busca pela perfeição (MONTEIRO, 2014).

De modo que Aristóteles inferiu duas concepções de movimento: o movimento natural, que pode ser linear para cima e para baixo (no mundo sublunar) assim como circular, perfeito e imutável (para o mundo supralunar), e o movimento violento para o qual é necessário uma força externa para acontecer.

O Universo aristotélico é finito, repleto de matéria e esférico; a Terra é redonda e ocupa o centro do universo. Aristóteles apoiava estes argumentos em evidências empíricas: “os navios “desciam” no horizonte, o que não ocorreria se a Terra fosse plana. Nos eclipses, a sombra da Terra projetada na Lua “mostrava” que ela era redonda. Além disso, a queda dos corpos graves fazia com que a Terra fosse pressionada por todos os lados, mantendo-se então a sua esfericidade.” (FERREIRA, MARTINS, 2009a, p. 04).

No sistema aristotélico, há uma diferença entre os mundos acima e abaixo da Lua, chamados de mundo sublunar e supralunar, respectivamente. Adotando a concepção estabelecida por Empédocles (séc. V a.C.) o mundo sublunar era constituído por quatro elementos: fogo, terra, ar e água. A água e a terra tinham a tendência natural de se aproximar do centro do universo, isto é, seu lugar natural. Já o ar e o fogo tinham a tendência de se afastar do centro do Universo. Quando os corpos estavam em seu lugar natural eles permaneciam em repouso por não haver necessidade de se moverem. Sobre o mundo supralunar, nem um dos quatro elementos podia ter movimento circular natural, pois este representa a perfeição, a imutabilidade. Para Aristóteles o mundo supralunar, acima da lua, é formado por uma substância pura e perfeita, chamada éter.

Aristóteles também atribuiu outro tipo de movimento aos corpos terrestres (sublunar): os movimentos violentos, que exigiam causa externa. Uma pedra atirada para cima, por exemplo, não é um movimento natural e sim violento e necessita de uma causa externa, para que possa existir.

Para Aristóteles os corpos só entravam em movimento após romper a resistência do ar (ou do meio em que se encontra). Hipoteticamente, ele argumenta que um corpo se movendo no vazio não pararia nunca e teria velocidade infinita, o que implicaria numa queda instantânea. Isso era inconcebível para Aristóteles. Sendo assim a existência de resistência era, para ele, uma condição necessária para o movimento.

Aristóteles acreditava que no movimento violento a velocidade do corpo deveria ser proporcional à força motora e inversamente proporcional à resistência ao movimento. Assim, quanto maior a força, maior a velocidade com a qual o corpo se move e quanto maior a resistência menor será sua velocidade. Em uma notação moderna poderíamos escrever que:

$$\frac{F}{R} \propto v$$

Onde F é a força motora aplicada, R é a resistência e  $v$  a velocidade adquirida pelo corpo.

Ou seja, para haver movimento é preciso a atuação de uma força externa. Sem a ação de uma força motora não é possível haver movimento. Aristóteles chega até a mencionar o que hoje chamamos de primeira lei de Newton, mas na forma de reduzir o argumento a um absurdo, pois negava a existência de vazio. Nas palavras de Aristóteles:

Não podemos dizer que uma coisa colocada uma vez em movimento pararia em algum lugar, porque ela pararia mais aqui do que ali? Tal que uma coisa ou estaria em repouso ou deveria mover-se *ad infinitum*, a menos que alguma coisa mais poderosa entrasse no seu caminho (ARISTÓTELES, *Physica*, IV, 8, 215<sup>a</sup> 19-21, *apud* MONTEIRO, 2014).

Para Aristóteles, todo o movimento era uma transformação, uma mudança de posição, e todas as mudanças só podiam ocorrer por uma causa. Se havia movimento, havia uma causa.

Um aspecto interessante na teoria do movimento de Aristóteles é sua explicação para o movimento de projéteis. Por exemplo, o movimento de uma flecha lançada deveria ser do tipo violento, isto é, mantido por uma causa externa, mas, segundo a visão aristotélica, se não havia força externa, não havia movimento.

Aristóteles explicou o movimento de projéteis a partir de um processo denominado *antiperistase*, que consiste na força exercida do ar sobre o corpo (MONTEIRO, 2014). Ou seja, ao lançar uma flecha, no momento em que esta deixa o arco, para que a flecha continue o movimento, o ar que encontrasse na frente da flecha desloca-se para a parte de traz empurrando para frente (a fim de ocupar o espaço “vazio” deixado pelo ar).

Aristóteles não admitia a existência de movimento sem resistência. No caso da flecha, o ar exercia uma dupla função, sendo o agente motor e também a resistência ao movimento. Esse foi um dos motivos pelo qual se questionou posteriormente a explicação aristotélica para o movimento dos projéteis.

As ideias aristotélicas são bastante intuitivas e foram aceitas por quase vinte séculos. A concepção de que “se há movimento há força atuando” costuma fazer parte do senso comum, mesmo estudantes de nível universitário muitas vezes costumam relacionar força a velocidade.

Vale ressaltar que, como foi mostrado anteriormente, havia de certo modo em suas ideias algo semelhante a um conceito de inércia. Deve-se notar, no entanto, que a tendência a continuar em movimento e a tendência a ficar em repouso eram vistas como coisas independentes e tinham causas independentes. Nessa visão, não se falava em “estado de movimento”. Essas são diferenças marcantes entre o que aceitava Aristóteles e o pensamento que se firmaria a partir do século XVII.

No próximo tópico, veremos as críticas sofridas pelo modelo Aristotélico, bem como as contribuições dos árabes para a discussão do movimento.

### 3.2 CONTRIBUIÇÕES NA IDADE MÉDIA PARA O MOVIMENTO DOS CORPOS.

#### 3.2.1 Críticas ao modelo Aristotélico

Apesar de ter sistematizado o conceito de movimento e ter influenciado o pensamento da humanidade desde então, o modelo de Aristóteles sofreu várias críticas. Aristóteles não havia indicado que os corpos em queda sofriam aceleração. Por volta do século III e IV, já na era cristã, o estudioso Straton de Lampsacos notou que ao deixar um objeto pesado cair de uma altura pequena, o impacto no chão era imperceptível. Contudo se deixar o mesmo objeto cair de uma grande altura, um grande impacto era observado. O que indicava um aumento de velocidade de acordo com a altura que se soltava o objeto.

Por volta do ano 517, Johannes Philoponos de Alexandria escreveu o livro “Comentário à Física de Aristóteles” (COHEN; DRABKIN, 1958, p. 217-23 *apud* FERREIRA; MARTINS, 2009a). Neste livro Philoponos critica a Física aristotélica em diversos aspectos.

Inicialmente Philoponos sugeriu que a velocidade de queda dos corpos não dependia do peso, como havia proposto Aristóteles: Ele argumentou que se dois corpos, um muitas vezes mais pesado do que o outro, caíam da mesma altura, a razão entre os tempos de queda não parecia igual à razão entre os pesos. A diferença entre os tempos parecia muito pequena.

Philoponos também crítica o movimento de projéteis - ele considerava estranho o fato de que o ar pudesse, ao mesmo tempo, impulsionar com uma força motora e resistir ao movimento fazendo o objeto parar. Ferreira e Martins (2009a) apresentam quatro argumentos proferidos por Philoponos, criticando o movimento de projéteis de Aristóteles:

1. Se o ar produzisse o movimento, poderíamos mover uma pedra sem tocá-la, apenas empurrando o ar com a mão;
2. Se vento não move uma pedra, o ar não pode manter seu movimento;
3. O ar atrapalha o movimento, não o ajuda;
4. O ar não poderia se mover para trás da flecha sem se dispersar nesse giro e ainda tocar precisamente a extremidade da flecha, empurrando-a para frente (FERREIRA; MARTINS, 2009a, p. 10).

Philoponos propôs, então, que o lançador transmitia alguma força motriz, incorpórea ao projétil. O ar, colocado em movimento, em nada contribuía com o movimento do projétil, apenas se opunha oferecendo-o resistência. Nessa concepção a velocidade dependeria da diferença entre a resistência e a força impressa. Em notação moderna, teríamos algo como:

$$F - R \propto v.$$

Para Philoponos, no espaço preenchido por água o movimento sofreria maior resistência do que no espaço preenchido por ar. Consequentemente no espaço vazio, o movimento ocorreria no menor tempo possível. Philoponos aceitava o vazio e afirmava que no vácuo a velocidade não seria infinita e nem o movimento eterno, no vácuo o meio não oferece resistência, mas velocidade diminuiria em função da diminuição espontânea da própria força impressa.

### 3.2.2 Algumas contribuições árabes

Após a morte de Maomé, em 632, os árabes lançaram uma investida sobre a Europa ocidental. Em pouco menos de um século já haviam expandido seu território desde a Espanha ao Indo. Com isso passaram a ter acesso aos conhecimentos existentes nesses territórios e a administrar bibliotecas, escolas e várias outras áreas. Com objetivo de transformar Bagdá na capital do império árabe e em um grande centro cultural, o califa Al Mansur concentra uma legião de sábios e tradutores para traduzir o material que continham nas bibliotecas. A preservação dos textos da antiguidade pelos árabes e a redescoberta dos mesmos na Europa, nos séculos XII e XIII, contribuíram de forma significativa para o movimento de Renascimento, que culminou no que chamamos hoje de Revolução Científica do século XVII.

Os árabes também comentavam e acrescentavam às obras contribuições importantes desenvolvidas por eles. Avicena (séc. X-XI), pensador islâmico, estudou o movimento, aceitou as críticas impostas por Philoponos ao modelo Aristotélico, mas, assim como Aristóteles, negou o vácuo. Para ele, a situação no vácuo seria tal qual supunha Aristóteles - velocidade infinita e movimento eterno. No século XII, Avempace, outro pensador de origem árabe, apresentou novas críticas às ideias de Aristóteles. Ele criticou o movimento natural no mundo supralunar. Para ele os corpos celestes se moviam lentamente, mesmo não havendo resistência. Segundo Avempace, para determinar a velocidade de um corpo no seu movimento natural era necessário subtrair a resistência do meio da tendência inata do corpo de realizar seu movimento natural. O qual contrariava a concepção aristotélica de que na ausência de resistência as velocidades seriam infinitas.

### **3.2.3 Mais críticas ao modelo Aristotélico.**

O movimento escolástico, com início por volta do século XI, teve origem na escola monástica cristã e teve como objetivo conciliar a fé cristã com um sistema de pensamento racional, especialmente o da filosofia grega.

São Tomás de Aquino (1225-1274), influente pensador e religioso que no século XIII apresentou muitas considerações na tentativa de conciliar as ideias de Aristóteles e o pensamento cristão. Argumentou que o movimento dos corpos celestes da forma exposta por Aristóteles deveria ser instantâneo, pois o éter (descrito como a quinta essência) o fluido perfeito não oferecia resistência ao movimento desses corpos. Aquino

prossegue com as críticas, sugerindo que o movimento ocorria sob a ação de um motor e de uma resistência interna do próprio corpo, que dependia da sua dimensão.

Na mesma época, Roger Bacon sugere a ideia de que os projéteis continuavam seu movimento por causa de um certo “ímpeto”. Para Bacon, o ímpeto estaria no ar. A ideia de força interna se firma no século XIV - ao se impulsionar uma flecha para frente, esta continua em movimento ao sair do arco devido à existência de uma “força residual”, isto é, um resíduo da força inicial que aos poucos se dissipava por si mesma, como um corpo que ia se esfriando. Ao contrário de Aristóteles, que afirmava que a força residual era externa.

O filósofo e religioso francês Jean Buridan, no século XIV, no livro “Questões sobre os Oitos Livros da Física” aprofundou as críticas a Aristóteles e apresentou explicações que se tornaram bastante influentes (FERREIRA; MARTINS, 2009a).

Em sua crítica, o pensador retoma o argumento apresentado por Philoponos. Se o ar mantém os corpos em movimento, então poderíamos lançar uma pedra sem tocá-la, apenas impulsionando o ar. Contudo, diferentemente do que pensava Philoponos, para Buridan o movimento não diminuía de forma espontânea, mas sim quando havia alguma resistência. “O ímpeto não diminuía sozinho, mas sim tinha a tendência de se manter, isto é, tinha natureza permanente e podia manter um corpo em movimento tanto em linha reta como em um círculo” (FERREIRA; MARTINS, 2009a).

O ímpeto apresentava uma definição quantitativa. Buridan afirmou que a quantidade de ímpeto dependia da velocidade com o qual o corpo era posto em movimento e também da quantidade de matéria desse corpo. Quanto mais rápido o movimento, ou quanto maior a sua matéria, maior será o ímpeto. O que seria algo bastante semelhante ao que chamamos hoje de quantidade de movimento. Buridan foi além e apresentou uma ideia de aumento de velocidade na queda dos corpos, sugerindo que a gravidade era uma força, ao contrário do que Aristóteles defendia - a gravidade como uma propriedade dos corpos graves. Ferreira e Martins (2009a) colocam:

Buridan usou a ideia de que um ímpeto era necessário para mudar a rapidez com a qual um corpo se movimentava e sugeriu uma explicação para o aumento da velocidade dos corpos em queda. A gravidade seria uma força que adicionaria pouco a pouco pequenas porções de ímpeto, de modo que a velocidade aumentaria durante o processo de queda. (FERREIRA; MARTINS, 2009a, p. 13).

Apesar de assemelhar bastante como conceito de inércia defendida posteriormente, é preciso assinalar que o movimento, para os filósofos medievais, era entendido como transformação, e exigia uma causa. O ímpeto era uma causa interna, e não uma propriedade.

Outro ponto a ser destacado é que Buridan, assim como Aristóteles, concebia que a matéria recebia um “poder” que vinha de fora, ou seja, a matéria por si mesma não era ativa.

Ainda no século XIV, o religioso inglês William de Ockham propôs separar os assuntos, até então, tratados como um só: considerando estudar a medida do movimento (cinemática) separada do problema da medida da causa do movimento e seus efeitos (a dinâmica). De modo que Okchan propôs estudar que as causas dos movimentos não deveriam ser mais motivo de preocupação. Os estudiosos deveriam se preocupar em descrever o movimento em termos de deslocamentos de um corpo num intervalo de tempo. O movimento não requereria uma causa. Após ser lançado, o projétil não necessitaria de um motor para impulsioná-lo, ele simplesmente movia-se por si próprio, e não por uma causa de poder impresso nele ou relativo a ele - o movimento, uma vez existindo, poderia ser eterno.

As contribuições não acabam por aí; em Oxford, no colégio Merton, a partir do século XIV, realizaram-se diversas inferências quantitativas sobre o movimento. A velocidade foi definida como o deslocamento no tempo, e a aceleração como a variação da velocidade no tempo. Os movimentos uniformes e uniformemente variados foram estudados e aprimorados.

Foi formulada e demonstrada a regra da velocidade média ( $v = \frac{s}{t}$ ). Em Paris, o estudioso Nicole Oresme (discípulo de Buridan) chegou a discutir a possibilidade do movimento de rotação da Terra e realizou uma demonstração geométrica dessa regra.

No século XVI, não havia mais espaço para o modelo Aristotélico; diante das imensas críticas sofridas havia a necessidade de se repensar o movimento. O religioso espanhol Domingo de Soto associaria as propriedades de queda dos corpos com conceitos abstratos, identificando esse caso como um movimento acelerado. Surgiu, também nesse período, após analisar corpos de diferentes constituições atingirem a mesma velocidade, a proposta de que dois corpos homogêneos, possuindo, portanto,

resistências internas e motores iguais, cairiam ao mesmo tempo no espaço vazio, independentemente de suas massas.

É comum em sites, revistas e mesmo em livros didáticos que fazem menção à História da Ciência haver um imenso vazio entre Aristóteles e Galileu; no entanto procuramos destacar acima que a Idade Média foi um período riquíssimo em contribuições para o conhecimento. Tomando como base as anotações pessoais de Galileu, que viveu cerca de trezentos anos depois dos autores medievais aqui citados, fazem menção a eles e revelam que Galileu, ainda jovem, conhecia essas contribuições. De fato, a contribuição de Galileu para o movimento teria sido utilizar a regra da velocidade ao plano inclinado para estudar a propriedade de queda dos corpos. Tratar a Idade Média como uma idade das trevas não é correto...

### 3.3 O MOVIMENTO NO RENASCIMENTO

#### 3.3.1 Contribuições de Galileu ao movimento

O ímpeto estava bastante firme no pensamento dos estudiosos no século XVI; este modelo era uma alternativa à explicação aristotélica para o movimento. No entanto, ele conserva a concepção de que o movimento estaria ligado a uma causa e o ímpeto era a causa do movimento.

Galileu, estudioso italiano, defendia no início de sua carreira, influenciado pelo pensamento medieval, uma visão não-inercial para o movimento dos projéteis, adotando o ímpeto como explicação para tal.

No decorrer de sua vida, Galileu passaria a adotar certa concepção inercial de movimento. Contudo não há consenso, entre os historiadores, das reais contribuições de Galileu para o desenvolvimento do conceito de inércia.

O grupo de historiadores que abraça a visão empirista em Galileu, defende que ele formulou o Princípio de Inércia de modo semelhante ao que conhecemos hoje como Primeira Lei de Newton, segundo a qual todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que ele seja compelido a mudar este estado por forças impressas sobre ele. Deve-se notar, no entanto, que tal enunciado não aparece nas obras de Galileu.

Os historiadores divergem também sobre o próprio entendimento de inércia, de que para Galileu era equivalente à inércia de Newton. No livro “Diálogos sobre os dois máximos sistemas de mundo” Galileu dá a entender que o movimento só se manteria indefinidamente se o plano horizontal fosse continuamente estendido, formando uma superfície cuja distância ao centro da Terra se mantivesse constante. Galileu partiu de raciocínios cuja velocidade angular tendia a se manter constante, utilizando, a ideia de “inércia circular”. Por isso, muitos estudiosos defendem que o nosso conceito atual de inércia não teria surgido com Galileu, mas sim teria aparecido, com outro nome, nas obras de Descartes.

Numa interpretação oposta à empirista, o historiador e filósofo da ciência Pierre Duhem defende que praticamente todas as contribuições para a dinâmica atribuídas a Galileu já haviam sido expressas por estudiosos anteriores a ele (ZYLBERSZTAJN, 1988 apud FERREIRA; MARTINS, 2009b).

Em geral, os historiadores da ciência negam a Galileu Galilei rótulos como “pai do método experimental” ou “descobridor da inércia”. Eles reconhecem a contribuição de Galileu para o desenvolvimento de uma nova concepção de movimento, inclusive no sentido de se pensar que um corpo estaria em movimento ou em repouso apenas em relação a outros corpos, isto é, na afirmação do princípio da relatividade do movimento.

Outra contribuição importante presente nos trabalhos de Galileu se dá na necessidade de pensar situações idealizadas, nas quais as perturbações são abstraídas. Esse procedimento se tornaria usual nas investigações científicas dos séculos seguintes.

### **3.3.2 Algumas contribuições de René Descartes**

René Descartes foi um importante pensador do século XVI, dando contribuições para a aritmética, geometria, música, astronomia, ótica e mecânica. Descartes acreditava na possibilidade de uma ciência mestra, obtida através de um método mestre, um método único para obter o verdadeiro conhecimento.

No Universo de Descartes, a matéria era inerte e passiva. Não era dotada de poderes, nem forças atrativas. O universo era totalmente preenchido por partículas de diferentes tamanhos (não havia vácuo), que interagiam colidindo entre si. Não havia

forças atuando à distância. Partindo desses princípios, Descartes tentou explicar os fenômenos observados.

Aparentemente, Descartes se aproximou do pensamento da antiguidade, ao admitir a inexistência do vazio e a matéria ser inerte. Por outro lado, foi justamente o fato de acentuar essa concepção e ter adotado uma postura extremamente radical que o levou a negar as concepções de ímpeto, vigente até o momento. Descartes negou o ímpeto, pois o entendia como um inaceitável poder ou qualidade oculta da matéria. (FERREIRA; MARTINS 2009b).

Negando o ímpeto, o pensador francês propôs uma nova forma de pensar o movimento, referindo-se a um “estado de movimento”. O movimento não seria uma transformação (como o era até o momento, desde Aristóteles), mas sim um estado em que nada ocorria. De modo que, não era necessário explicar porque um corpo colocado em movimento continuava a se mover.

Em seu livro “Princípios da Filosofia”, de 1644, Descartes descreve duas leis do movimento - “A primeira lei da natureza: que cada coisa permanece no estado em que está, enquanto nada o altera” e a segunda lei “os corpos tendem a manter seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta”. (FERREIRA; MARTINS 2009b, p. 6).

Descartes não chegou a usar a expressão lei da inércia; ele tentou frisar que o movimento e o repouso eram estados diferentes dos corpos. De modo que era tão difícil colocar um corpo em movimento quanto fazê-lo parar. E nem uma força era necessária para mantê-lo em movimento.

### 3.3.3 Newton e a Lei da Inércia

Isaac Newton partiu do conceito de inércia de Descartes e das contribuições ao ímpeto medieval e chegou a uma concepção expressa na obra “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural” de 1687, o qual consolidou a chamada 1ª lei do movimento de Newton. Para Cohen segundo Ferreira e Martins, (2006, p; 6):

A grandeza dos *Principia* está em seu compromisso com uma física da inércia, a qual para Newton é uma propriedade da massa. Ele é o primeiro autor que distingue claramente massa de peso e reconhece que a massa de um

corpo tem dois aspectos separados e distintos (COHEN, 2002, p. 153 apud FERREIRA; MARTINS, 2009b, p. 6).

Na Definição III do *principia*, Newton coloca que “A *vis insita*, ou força inata da matéria, é o poder de resistência pelo qual todo o corpo, dependendo da sua quantidade de matéria, persiste em manter o seu estado presente, seja este de repouso ou de movimento uniforme ao longo de uma linha reta”.

Ferreira e Martins (2009b) resumem bem a construção do conceito de inércia ao colocar:

Pode-se dizer, enfim, que através dos trabalhos de autores como Galileu, Descartes e Newton (e outros que, por limitações físicas, deixamos de mencionar) consolidou-se a visão de que o repouso e o movimento não estavam nos corpos em si. Repouso e movimento tornaram-se relações entre grandezas que podiam ser medidas (FERREIRA; MARTINS, 2009b).

Concluimos, assim, essa narrativa história sobre o conceito de inércia, chamando atenção para o fato de que costumeiramente os sites e livros citam apenas alguns nomes como Aristóteles, Galileu e Newton como personagens que contribuíram para esse conceito. Percebemos neste relato a riquíssima história por trás da definição de inércia.

## CONCLUSÃO

Neste trabalho procurei expor a minha posição diante das eventuais circunstâncias vivenciadas no meu período de formação como futuro professor de ciência. Nela devo atribuir algumas carências que se tornam pontuais nos caminhos que terei como futuro professor. E isto poderia se tornar um divisor de águas quanto à minha futura formação e ao que pretendo desenvolver lá fora. Percebo neste momento que a inclusão de novos rumos da ciência, em especial a HFC, torna relevante para superarmos os obstáculos que foram identificados neste estudo.

Sabemos que para ter uma ciência de qualidade, precisamos estar constantemente na busca de novas pesquisas, de novos caminhos que vise o nosso entendimento e que facilite a aprendizagem dos alunos. Um docente prudente deve possuir um pensamento aberto ao mundo, livres de preconceitos e que tome consciência das mudanças que vão ocorrendo na sua área de qualificação. Na procura destes desafios vejo que a História e Filosofia da Ciência podem contribuir de maneira sistemática no auxílio desses valores para com a formação de professores.

Nesta busca incessante de qualificação e tomando base em vários especialistas, constatamos que a utilização da HFC pode elevar a qualidade do ensino de ciências assim como ampliar nossos próprios conhecimentos específicos. Contudo, nos leva a possibilitar uma aula diferente como também estimula uma compreensão das bases da ciência inseridos no próprio pensamento crítico dos alunos. De acordo com Pereira “ensinar um resultado sem a sua fundamentação é simplesmente doutrinar e não ensinar ciência” (PEREIRA; MARTINS, p. 4).

No tópico 3 apresentei um relato pontual envolvendo a História da Ciência sobre a sequência histórica da evolução da mecânica. Este tópico foi proposto na eminência de familiarizar um conteúdo bastante trabalhado na esfera escolar com o intuito de aproximar os conhecimentos específicos do estudo do movimento e inércia na perspectiva de uma elucidação amplamente convincente aos futuros docentes. Esta narrativa apresentada acima irá contribuir para os futuros professores que estiverem dispostos a compactuar com os caminhos da HFC nas suas aulas, com a tendência de sair do tradicionalismo. Fica assim caracterizado que é possível inovar no ensino de ciência, mostrando que as minhas dificuldades apontadas inicialmente já possuem atributos de superação com a ampliação de novas ideias.

A minha intenção na utilização desta narrativa foi na caracterização de meus próprios conhecimentos e, segundo, amortizar a falta de materiais disponíveis nesta área que fortemente vem sendo ampliada. Percebi, ao realizar este produto, que os meus conhecimentos se ampliaram, especialmente o conteúdo de mecânica, sobre o qual detinha um limitado conhecimento, e através disto possibilitar aos futuros leitores a fazerem recortes desta construção para a implantação em sala de aula. Ou seja, poderiam também utilizar a HFC como estratégia didática.

E foi justamente neste ensejo que as minhas motivações descritas no início começaram a ser superada com a conclusão deste trabalho. Ao fazer isto, constatei que o acréscimo de novas informações é necessário para adequar a ciência e refletir sobre o trabalho científico que estamos desenvolvendo. Sabemos que as dificuldades existem e se não atacarmos para retirar à concepção do senso comum estamos a compartilhar mediante uma imagem deformada do conhecimento científico como aponta (GIL PÉREZ, 2001).

Para tal confirmação no desenvolvimento deste trabalho adquirir um pensamento reflexivo sobre a história da ciência e tenho a certeza que vai se perpetuar no meu cotidiano como futuro professor nas próximas aulas que terei. Isto sem dúvida ampliará os laços que já possuía desta área e conduz para um incremento de trabalho científico de qualidade. Como afirma (MARTINS; PEDUZZI; FERREIRA, 2012, p. 47) o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo está entre os principais objetivos para uma educação científica de qualidade.

Portanto, reitero que no desenvolvimento deste ardoroso trabalho pelo menos eu tenha deixado aos futuros leitores uma semente que aos poucos está sendo plantada no ensino da ciência, em especial da física. A pretensão era mostrar que existe carência na formação inicial do professor e algo precisa ser revisto. Entretanto, presumimos afirmar que estes fatores não podem se tornar motivos de instabilidades nos cursos de física, mas, ao menos possa despertar um momento reflexivo diante da relevância do que está sendo proposto neste trabalho. Contudo, a inclusão da HFC no currículo da formação do professor contribuirá em aspectos positivos tanto pra extensão do conhecimento científico como em suas condutas a serem tomadas no desenvolvimento de sua didática da ciência.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Ministério da educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica.** Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: 1999.

BRINCKMANN, C.; DELIZOICOV, N. C. **Formação de professores de Física e a História da Ciência.** In: IX CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, III ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA, 26 a 29 de outubro de 2009. Curitiba. **Anais.** Curitiba: PUCPR, 2009. 9. 8363-8374.

DUARTE, M. C; **A história da ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências.** **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 317-331, 2004.

GATTI, S. R. T; NARDI, R.; SILVA, D. A história da ciência na formação do professor de física: subsídios para um curso sobre o tema atração gravitacional visando às mudanças de postura na ação docente. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2004.

FERREIRA, Alexandre. M. P; FERREIRA, Maria E. M. P; A História da Ciência na formação de professores. **História da Ciência e Ensino** construindo interfaces, São Paulo, v. 2, p. 1-13, 2010.

FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P. **História e Filosofia da Ciência.** Apostila da Disciplina de História e Filosofia da Ciência. Tópicos da História da Mecânica – parte I. Programa de Educação a Distância, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010a.

FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P. **História e Filosofia da Ciência.** Apostila da Disciplina de História e Filosofia da Ciência. Tópicos da História da Mecânica – parte III. Programa de Educação a Distância, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010b.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

KIRK, G. S.; RAVEN. J. E. **Os filósofos pré-socráticos.** Trad. de C. A. L. Fonseca; B. R.; Barbosa e M. A. Pegado. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 1982.

LAKATOS, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisas científicas. In: **LAKATOS, I. E MUSGRAVE, A.** (org.) *A crítica e o desenvolvimeto do conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1983.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Cad. Br. de Ensino de Física**, v. 24, n.1, p.112-131, Abr. 2007.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching**. The role of History and Philosophy of Science. N.Y: Routledge, 1994. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MONTEIRO, M. M. **Inércia e Natureza da Ciência n Ensino de Física**: uma sequência didática centrada no desenvolvimento histórico do conceito de inércia. 2014. 232. P. dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2014.

NICÁCIO, J. D. S. **Formação Docente para a Inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino: Txtos Históricos-pedagógicos em Discussão**. 2015. 240. dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2015.

OLIVEIRA. W. C. **Ensinando sobre a Natureza da Ciência: Uma abordagem explícita e contextualizada a partir da História do Vácuo**. 2013. 473 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, UFRN, Natal. 2013.

PAGLIARINI, C. R.; SILVA, C. C. A Estrutura dos Mitos Históricos nos Livros de Física. X EPEF: EPEF 20 anos - Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 15 a 19 de agosto de 2006, Londrina, PR. **Anais**, 2007. São Paulo: SBF - Sociedade Brasileira de Física.

PEREIRA, G.J.S.A.; MARTINS, A.F. 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**. vol.28, n.1, p.229-258, 2011.

ROBILOTTA. O cinza, o branco e o preto: da relevância da história da ciência no ensino de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florioanópolis, v. 5, n. 5, p. 7-22, 1988.

VILAS BOAS, A.; SILVA, M. R.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. História da ciência e natureza da ciência: debates e consensus. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 287-322, ago. 2013.