

Uma análise de Galileu presente nos livros didáticos do ensino médio: o conceito de movimento

An analysis of Galileo's interpretation on the textbooks of high school: movement's conception

Maria Fernanda Bianco Gução¹, Marcelo Carbone Carneiro², Sérgio Luiz Bragatto Boss³

Universidade Estadual Paulista – UNESP

1. *mf@fc.unesp.br*, 2. *carbone@faac.unesp.br*, 3. *serginho@fc.unesp.br*

Resumo

A inserção da História e Filosofia das Ciências no Ensino é um tema bastante discutido nas últimas décadas e conquistou espaço nos parâmetros vigentes para o Ensino de Ciências e para os materiais didáticos. O objetivo do presente trabalho é investigar a figura de Galileu trazida nos livros didáticos de Física para o ensino médio, analisando sua relação com a introdução do conceito de movimento. Defendemos a tese de que a novidade trazida pelo copernicanismo, através de Galileu, vai além da introdução do método científico e da matematização da natureza; pressupõe um novo olhar para o mundo observado, uma nova percepção de movimento, de objeto e de observador. A análise realizada aponta para uma carência desta leitura nos materiais didáticos e para a realidade de uma História da Ciência colocada apenas como forma de atender às legislações do ensino.

Palavras-chave: História e Filosofia das Ciências no Ensino; Livro Didático; Galileu; conceito de movimento; historiografia da Ciência.

Abstract

The insertion of History and Philosophy of Science in Education is a subject much discussed in recent decades and gained space in the existing parameters for Science Teaching and learning materials. The objective of this study is to investigate the figure of Galileo brought in physics textbooks for high schools, analyzing their relationship with the introduction of the concept of motion. We defend the thesis that the novelty brought by the Copernican by Galileo, goes beyond the introduction of the scientific method and the mathematization of nature, assumes a new look for the observed world, a new perception of motion, object and observer. The analysis points to a lack of textbooks and reading materials to the reality of a History of Science placed only as a means to meet school laws.

Key words: History and Philosophy of Science in Education; Textbooks; Galileo; movement's concept; historiography of science.

Introdução

Alguns trabalhos apontam que a História da Ciência possibilita a discussão, na sala de aula, das influências que fatores sociais, políticos, econômicos, éticos, culturais e religiosos têm do conhecimento produzido pela ciência. Indicam também a importância de problematizar questões filosóficas e metodológicas da ciência, como a impossibilidade de provar teorias, a mutabilidade e provisoriedade do conhecimento científico e outras questões que favoreçam a construção de uma visão crítica sobre a ciência. Possibilitando a compreensão da atividade científica, explicitando a dinâmica do processo de construção do conhecimento. Sob esta perspectiva o uso da História da Ciência é um dos possíveis caminhos para um Ensino de Ciências que contribua para a construção da cidadania e da democracia. (BASTOS, 1998, p. 33-4; SILVA DIAS; MARTINS, 2004, p. 517; VANNUCCHI, 1996, p. 19).

O objetivo maior é o de mudar a concepção de ciência deixada pelo ensino nos alunos até então e, mais especificamente a idéia do significado da ciência física. Já há algum tempo, a inclusão da História da Ciência nos currículos escolares tem sido alvo de discussões entre pesquisadores da área de Ensino de Física como forma de procurar mudar essa concepção, tornando a aprendizagem mais dinâmica e significativa. Dentre as críticas feitas ao ensino de física presentes nos documentos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) temos a de que o processo de ensino:

[...]Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. (BRASIL, 2002)

Também é importante a compreensão dessa ciência como uma ferramenta útil para um diálogo com o mundo e com sua possível transformação, uma vez que ao evidenciar o caráter provisório dos conhecimentos científicos é possível preparar indivíduos uma realidade em contínua transformação. (SILVA DIAS; MARTINS, 2004, p. 517).

Em meio a estas discussões, algumas questões merecem bastante atenção por parte dos pesquisadores, pois podem colocar em xeque a utilização da História da Ciência e o alcance dos objetivos a que esta inserção se propõe. Uma destas questões é o tipo de fontes históricas que pesquisadores e professores têm disponível para o trabalho com a História da Ciência em sala de aula. Há uma carência de material histórico em português de bom nível que possa subsidiar a inserção da História da ciência no Ensino de Ciências (MARTINS, 2006, p. 24). Além disso, existe uma falta de conteúdo adequado de História da Ciência em livros texto. Isto tem sido apontado por trabalhos que mostram a má qualidade de parte do material histórico disponível para o ensino e os muitos equívocos no conteúdo histórico presente em livros texto do Ensino Básico e Superior, bem como discutem a importância do material histórico para o Ensino (MARTINS, 2001; MEDEIROS; MONTEIRO, 2002; OSTERMANN; RICCI, 2004; MARTINS, 2006; CALUZI et al., 2007; HOTTECKE; SILVA, 2011, p. 295; HOTTECKE; HENKE; RIESS, 2010), apenas para citar alguns.

Muitos materiais são feitos por escritores improvisados, pessoas sem treino na área, que fundamentam seu trabalho em obras não-especializadas, como jornais, enciclopédias, textos da Web feitos sem qualquer rigor acadêmico, livros escritos sem os devidos cuidados, misturam tudo e publicam. Muitas dessas obras veiculam informações históricas equivocadas que deturpam, inclusive, a própria natureza da ciência (MARTINS, 2006, p. XXIV). Segundo Hottecke e Silva (2011, p. 304), “o efeito da inclusão da História da Ciência no Ensino de Ciências depende principalmente de qual História da Ciência é usada e como ela é usada”.

Em apologia a “inovação do Livro Didático” proposta pelo MEC, através do PCNs, afirma-se:

[...]A física percebida enquanto construção histórica, como atividade social humana, emerge da cultura e leva à compreensão de que modelos explicativos não são únicos nem finais, tendo se sucedido ao longo dos tempos, como o modelo geocêntrico, substituído pelo heliocêntrico, a teoria do calórico pelo conceito de calor como energia, ou a sucessão dos vários modelos explicativos para a luz. O surgimento de teorias físicas mantém uma relação complexa com o conteúdo social em que ocorreram. (BRASIL, 2002)

Os estudos sobre a validade da inserção da História da Ciência nos Livros Didáticos (LDs) apontam para um real aprimoramento qualitativo no Ensino de Ciências, mas não se trata de uma alteração simples, as discussões giram em torno da maneira como é inserida, trabalhada e dos resultados provenientes de tal mudança. A análise do conteúdo histórico trazido no livro didático procura detectar distorções dos fatos que podem passar impressões errôneas ou simples ausência de personagem importante, além de informações que transmitem erros conceituais ou cronológicos. Sendo assim, há a necessidade de uma avaliação dos LDs antes da adoção como ferramenta para o Ensino.

Ao procurar referências para trabalhar a História da Ciência em sala de aula o professor se depara com diversas Histórias, trazidas pelos livros didáticos, baseadas em divergentes visões historiográficas¹, sendo que muitas vezes ele não tem preparo para lidar com esta situação. Convencidos da importância que as abordagens e contextualizações históricas e filosóficas têm para que a História da Ciência possa contribuir de fato com o Ensino de Ciências, neste trabalho procura-se identificar a presença desta proposta nos livros didáticos a fim de investigar como a questão do movimento é trabalhada sob esta perspectiva e, principalmente é apresentada a teoria de Galileu Galilei sobre o movimento, considerado para nós autor fundamental no desenvolvimento deste conceito.

O conceito de movimento

A revolução científica do século XVII é marcada principalmente pela inovação do método científico, segundo o qual a natureza passa a ser entendida através de uma geometria que procura matematizar as explicações dadas para os fenômenos e o universo. As historiografias produzidas sobre a época caracterizam uma “ruptura” com a forma aristotélica de pensar a natureza. Segundo Koyré (1991), a novidade apresentada na teoria copernicana promove, mais que uma “revolução” no âmbito das ciências, uma “revolução” no pensamento humano de dimensão muito significativa, que desde a descoberta do cosmo não fora observada. Além disso, os fundadores da ciência moderna não só propunham uma maneira matematicamente sistemática de explicar a natureza como também destruir o mundo presente e substituí-lo por outro. Com a nova ciência o entendimento humano teve de sofrer uma reestruturação, encarando o Ser de outra maneira. (KOYRÉ, 1991). Essa “revolução” constrói uma nova percepção dos fenômenos e dos objetos, um novo observador, um novo referencial, um novo mundo para explicar. Nesse sentido, o maior problema a ser enfrentado pelos defensores do copernicanismo, entre eles Galileu, era não só as autoridades e a tradição, mas “a visão comum de mundo” – o conceito de movimento da Terra é contraintuitivo².

¹ O significado de historiografia tem sido usado com diversos sentidos nos trabalhos publicados na área de ensino de ciências. Nosso entendimento de historiografia permeia os estudos históricos feitos sobre um período histórico, de maneira que estes estudos estão baseados em diferentes visões e, por vezes, defende linhas de pensamento distintas.

² Contrário ao mundo vivido e percebido.

Na teoria aristotélico-ptolomaica o conceito de universo é entendido como finito e completo, compreendendo dois mundos, o celeste e o terrestre, segundo o qual para o primeiro são observados movimentos perfeitos e uniformes, enquanto que o segundo é dotado, também, de movimentos violentos e irregulares. No mundo celeste (supralunar), nada existe além do céu, considerado único e completo e é impossível a existência de um espaço vazio. O universo aristotélico é hierarquicamente organizado por um conjunto de esferas cristalinas, ocas e homocêntricas que tem como centro geométrico o centro da Terra, sua estrutura básica é o Universo das duas esferas. A esfera maior, que contém as estrelas fixas, move-se ao redor de uma pequena esfera, a Terra, que permanece imóvel suspensa no centro da esfera que delimita o Universo. (ÉVORA, 1987). Envolvendo a esfera da Terra, as primeiras esferas

Correspondem aos três elementos terrestres, água, ar e fogo respectivamente, seguidas de outras cinquenta e cinco esferas interconectadas, cujo centro comum é a Terra. Cada um dos sete planetas, Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno, se encontra no interior de um grupo destas esferas, cada uma das quais completa uma revolução axial em intervalos de tempos diferentes reproduzindo assim, com boa aproximação, o movimento planetário e explicando os movimentos irregulares, as estações do ano e o movimento retrógrado dos planetas, observados temporariamente. (ÉVORA, 1987, p. 29-30)

Os dois mundos são ocupados por materiais distintos e governados por leis distintas. Estrelas, planetas e esferas cristalinas são constituídos de éter e tudo o que é terrestre pelos quatro elementos fundamentais (terra, ar, fogo e água) ou da combinação deles. (ÉVORA, 1987).

A teoria ptolomaica baseia-se fundamentalmente na teoria aristotélica, no entanto, sua perspectiva prevê algumas adequações e elementos que preservam a teoria das esferas, explicando-a de maneira mais plausível; bem como os problemas qualitativos relacionados ao movimento irregular dos planetas e as variações de brilho dos mesmos. Ptolomeu explica os fenômenos celestes como produtos de movimentos regulares e circulares; incluindo os epiciclos e deferentes e combinando círculos excêntricos e epiciclos a um deferente básico, faz a adequação de sua proposta de sistema à teoria aristotélica. (ÉVORA, 1987).

Nesse contexto, temos leituras historiográficas e filosóficas que argumentam sobre a inexistência de ciência durante os séculos que separam Ptolomeu de Copérnico, colocando a idéia de que apenas a teoria geocêntrica prevalecia entre os estudos sobre os fenômenos do Universo³.

O conceito de movimento é fundamental nas discussões que aconteceram entre os séculos XVI e XVII, nas quais se intensifica a possibilidade de pensar o movimento terrestre. Proposições sobre tal possibilidade são colocadas em outros momentos anteriores a este período, como pode ser observado no século XIV, através de teorias de Jean Buridan e Nicole Oresme, por exemplo. E estas proposições são alvo de estudos nos dias atuais, podemos citar Campos (2008), que discute as teorias sobre o conceito de impetus da época, sob a perspectiva da questão do plausível pensar sobre um movimento para o lugar que habitamos. Mas nosso foco no presente trabalho é pensar o movimento como tema central da nova forma de olhar o mundo proposta por Galileu, considerada como propulsora da revolução científica

³ Kuhn considera que “a atividade científica, embora intermitente, foi muito intensa durante esta época e desempenhou um papel essencial na preparação do terreno para o nascimento e posterior triunfo da revolução copernicana.” (KUHN, p. 117, 1957).

do século XVII. Galileu propõe a mobilidade terrestre com o intuito de explicar o efeito das marés, buscando mostrar como um novo referencial para o movimento permite pensar essa nova percepção dos movimentos produzidos pelos fenômenos terrestres que observamos no nosso cotidiano.

O objetivo maior de Galileu é provar que a Terra não ocupa o centro do universo e que tem movimentos como os dos outros planetas, devendo ser considerada como tal; e que o Sol é quem ocupa o centro dos orbes das revoluções dos planetas. Galileu discorre nas três primeiras jornadas sobre outra forma de olhar o mundo, apresentando as argumentações que tornam plausíveis a possibilidade e aceitação da teoria copernicana, que para ele tem sua prova final apresentada na quarta jornada, onde se justifica o efeito das marés pelos movimentos terrestres. Hoje sabemos que sua explicação para tal fenômeno não era adequada e isso porque na época não se dispunha de uma dinâmica dos movimentos, sendo seus argumentos todos fundados na cinemática dos movimentos. Seu objetivo final, o de provar a mobilidade terrestre pelos efeitos das marés, não é alcançado conforme sua proposta; porém seu livro deu base a outras discussões sobre a possibilidade de mobilidade terrestre mostrando como um novo referencial para os movimentos tornava a proposta de sistema de mundo de Copérnico totalmente possível.

A Pesquisa

A amostra

Realizamos um levantamento dos livros didáticos de Física para o Ensino Médio relacionados ao conteúdo histórico de movimento - compreendendo as abordagens através da figura de Galileu. Por uma questão de ética, os nomes dos autores e das obras não foram identificados, embora estes constem em uma bibliografia complementar em ordem alfabética. “A análise de livros didáticos não é apenas uma forma de levantar pontos positivos e negativos que auxiliam quem deve selecioná-lo”, mas “uma maneira de evidenciar uma tendência do ensino que está chegando aos alunos” (BORGES, 1982, p. 7).

Restringimos nossa amostra a 04 obras numeradas aleatoriamente (LD1 a LD04) para facilitar o trabalho e para tornar a análise impessoal. Procuramos selecionar livros que foram disponibilizados para análise dos professores nas duas últimas seleções que ocorreram no estado de São Paulo⁴, de modo que um deles é o livro utilizado atualmente em uma escola da rede pública de ensino estadual e os outros são os de mais fácil acesso e maior destaque dentre os professores.

A metodologia utilizada

A metodologia utilizada para verificar as características dos livros didáticos é baseada na análise de conteúdo: um conjunto de técnicas de análise proposta por Bardin (1977), a qual afirma que a análise de conteúdo consiste na manipulação do conteúdo visando a inferir o que está oculto na mensagem ou na documentação. A autora considera que o campo da aplicação destas técnicas permite “desmascarar a axiologia subjacente aos manuais escolares” (BARDIN, 1977, p. 31).

Os instrumentos de análise permitem classificar os elementos em categorias. De acordo com Bardin (1977), a classificação consiste em repartir os elementos a fim de impor uma organização às mensagens, ou seja, a classificação é a passagem dos dados brutos em dados organizados. A partir do momento em que a análise de conteúdo decide codificar o seu

⁴ Esta análise é realizada a cada três anos para a escolha, dentre os livros selecionados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), do livro didático a ser adotado e utilizado pelos próximos três anos.

material, deve produzir um sistema de categorias. O método das categorias são espécies de gavetas que permitem a classificação dos elementos.

Para que os dados fossem tabulados e interpretados, confeccionamos uma ficha de análise para nortear o estudo. Inicialmente procuramos identificar citações de Galileu Galilei, para posteriormente tabular de acordo com o contexto em que era citado. Através da análise inicial de toda a amostra pudemos estabelecer as categorias de acordo com os assuntos, capítulos ou conceitos nos quais se encontrava referência à figura de Galileu. São elas: 1) Introdução à Física; 2) Introdução à Mecânica – conceito de movimento; 3) Queda livre; 4) Lançamento de projéteis; 5) Leis de Newton e 6) Gravitação.

Dados e Resultados

Para a primeira categoria encontramos em três, dos quatro livros, citação de Galileu. Embora um dos livros não apresente Galileu neste assunto inicial sobre o que é Física, percebemos em todos a presença de uma preocupação em incluir História e Filosofia da Ciência, atendendo inicialmente ao previsto nos documentos oficiais. Na segunda categoria observamos a menção a Galileu em apenas um dos livros. Quanto à terceira categoria, observamos unanimidade nas citações, seja na conceituação do fenômeno ou apenas como forma de demonstrar uma preocupação antiga no desenvolvimento da Ciência. A quarta categoria aparece em metade dos livros, aplicando-se sempre a idéia de lançamentos de projéteis sob o ponto de vista de movimento. Como introdução ao assunto, a quinta categoria é observada em três dos livros. A sexta categoria esta relacionada em metade da amostra, de maneira que a figura de Galileu aparece como antecedente às leis de Kepler.

LD 1

Na categoria 1, traz como primeiro capítulo uma Introdução à Física (O que é Física?). Coloca como pensamento dos filósofos as interrogações para se pensar a natureza; do que é constituído o universo, como as coisas se movimentam e se transformam. Apresenta Galileu como o fundador da “revolução” científica do século XVII, através do novo método científico. Aponta para as resultantes dessa revolução como sendo a mudança de concepção, do geocentrismo para o heliocentrismo, do método científico e a unificação do cosmo. Traz uma concepção indutivista do método científico.

Para a categoria 3 temos:

“(...) esse simples movimento de queda já provocava indagações há 2 mil anos. O primeiro a propor uma teoria para explicar a queda dos corpos foi Aristóteles (384-322 a. C.). Depois dele, vários filósofos e pensadores discutiram o fenômeno, até que Galileu apresentou uma explicação satisfatória.”

Posteriormente fala-se do “mito” da Torre de Pisa para afirmar que “o certo é que ele realizou experimentos – ainda que não dessa forma teatral – e verificou que: 1º) o tempo de queda não dependia nem do peso nem do tamanho dos corpos; 2º) independentemente do peso e do tamanho, os corpos foram igualmente acelerados e por isso chegaram juntos ao chão.”

Pensar nesta segunda verificação proposta implica em assumir para a época a utilização do termo aceleração e, também, a idéia de verificação nos dá a impressão de leitura da história da ciência pelos termos e significados de hoje, visão anacrônica da ciência; dá ainda a idéia de que a teoria já existia e o papel de Galileu ou de outros filósofos naturais foi o de verificar tal fenômeno como previsto pela teoria. Vale lembrar ainda que a discussão

apresentada por Galileu nos Diálogos⁵ sobre esta questão faz alusão à desconsideração dos fatores externos, o que não é colocado nos livros didáticos analisados.

Na categoria 4 temos:

“A análise correta desse tipo de movimento foi feita pela primeira vez por Galileu, que procurava estudar o movimento de um projétil disparado por um canhão; por esse motivo, até hoje esse tipo de movimento é chamado de movimento de projéteis.”

“Galileu mostrou que o movimento de um projétil poderia ser analisado considerando-se separadamente o movimento vertical e o movimento horizontal. O movimento vertical é um movimento que possui aceleração: é a aceleração da gravidade g . O Movimento horizontal tem velocidade constante (desde que possamos desprezar a resistência do ar)”. Cita-se, neste momento, a experiência da esfera abandonada do alto do mastro de um navio. Novamente, temos os termos colocados para explicar as teorias e explicações de Galileu lidas através da nomenclatura atual; não se observa no texto galileano a presença dos termos aceleração e gravidade.

“Galileu não soube explicar a razão de a velocidade horizontal se manter constante. O entendimento mais profundo dessa situação só veio com a obra de Newton... No entanto o trabalho de Galileu foi fundamental, pois ele mostrou como as coisas aconteciam, embora não soubesse explicar por quê.” Neste ponto nos parece clara a intenção de diferenciação das explicações sobre como acontece o movimento e o porquê; a cinemática da dinâmica.

Na categoria 5, ao tratar a as leis de Newton é apresentado um retrospecto da idéia de movimento em Aristóteles através de sua concepção de cosmo e dos movimentos previstos para cada mundo na sua teoria. Coloca a teoria copernicana como um dos primeiros golpes às idéias de Aristóteles, afirmando ser o sistema de mundo defendido por Copérnico e Galileu o propulsor de um abalo na doutrina aristotélica. “Porém, nenhum deles apresentou um sistema completo que substituísse o de Aristóteles.” Entendemos neste ponto há uma contradição com a relação à idéia passada anteriormente, na qual não se diferencia os tipos de explicações, colocando as leis de Newton apenas como merecedoras de uma mudança de concepção de movimento.

LD 2

Para a categoria 1, o primeiro capítulo norteia a questão do significado de Física, apresentando a ciência como iniciada com as teorias de Kepler, Galileu e Newton.

Na categoria 3, faz menção a Galileu novamente ao tratar dos movimentos sob a ação da gravidade, apresentando uma proposta de experimentação com queda, mostrando a diferença entre ter ou não influências externas e coloca como conclusão da experimentação e do próprio Galileu que sem “a influência do ar, todos os corpos, de qualquer peso ou forma, abandonados de uma mesma altura, levariam o mesmo tempo para atingir o solo.”

Não percebemos uma contextualização história e filosófica que pudesse dar subsídios para se pensar a questão do movimento em Galileu. O autor possibilita, nas entrelinhas, uma leitura da necessidade de diferenciação entre os dois tipos de leitura do movimento, a cinemática e a dinâmica; evidenciado, a nosso ver, a idéia de que dentro das física de Galileu as suas explicações são concernentes aos limites da cinemática e que as explicações mais plausíveis, aceitas hoje como teoria, vieram com a dinâmica de Newton.

⁵ Galilei, Galileu. Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano. Introdução, tradução e notas de Pablo Rubén Mariconda, 2ª ed., Discurso Editorial/Imprensa Oficial Do Estado de São Paulo, 2004.

LD 3

Na categoria 1, no primeiro capítulo é feita uma introdução à Física colocando Galileu como um dos sábios a dar as bases da Mecânica, através de experiências. Um exemplo citado é a queda de corpos de massas diferentes. Coloca posteriormente que as leis da queda dos corpos foram desenvolvidas através dos resultados de experiências de Galileu. “Galileu decidiu “diluir a força da gravidade” fazendo com que uma bola rolasse por um plano inclinado”. Sobre este ponto, a experiência citada (plano inclinado), a nosso ver, tem o intuito de mostrar a independência dos movimentos, sendo o movimento de queda o mesmo para uma descida por um plano inclinado, com dois movimentos (vertical e horizontal), e uma queda com movimento apenas na vertical. Apresenta como conclusões destas experimentações apenas as relações entre o deslocamento e a velocidade com o tempo.

Na categoria 5, ao tratar das leis da dinâmica coloca Galileu como o criador da Física Moderna, apresentando seus feitos durante a história, equiparando descobertas, como a dos satélites de Júpiter, com o desenvolvimento de teorias para se chegar a leis, como a da queda dos corpos, por exemplo. A nosso ver o uso da palavra descoberta feito indiscriminadamente ao se falar em História da Ciência implica em leituras e concepções de uma ciência pronta, que alguém descobriu.

Na categoria 6, apresenta um retrospecto da transição de sistemas geocêntrico para heliocêntrico, colocando o sistema de Tycho Brahe como uma aplicação da teoria geocêntrica; “adotou o sistema geocêntrico com algumas modificações.” Sobre esta afirmação entendemos que o sistema de Tycho deve ser tido como um terceiro sistema de mundo, pois prevê os movimentos observados e propostas pelas visões de Copérnico, porém mantém a Terra no centro das revoluções, de maneira que esta é a única concordância com o geocentrismo.

LD 4

Na categoria 1, em uma introdução cita Galileu como “uma das personalidades da Renascença que contribuíram muito para conduzir a ciência a uma nova era.” Esta afirmação nos leva a entender uma existência de Ciência antes destas personalidades, o que pode inferir uma concepção de ciência que tem sua prática desde os filósofos os quais ditavam suas doutrinas até a revolução científica. “Com as descobertas de Galileu foi possível caracterizar melhor os movimentos, no âmbito da Cinemática.” Entendemos aqui novamente a presença de intenção de tratar separadamente as leituras de movimento, através da cinemática e da dinâmica. Ao tratar do princípio da inércia coloca:

“Galileu elaborou a hipótese de que não há necessidade de forças para manter um corpo com velocidade vetorial constante.”. Novamente vemos como um problema a idéia de propor a hipótese de Galileu com termos usados atualmente.

“Nos *Diálogos sobre os dois principais sistemas de mundo*, Galileu formulou pela primeira vez o Princípio de Inércia: numa situação ideal (como o caso de um bloco lançado sobre um plano horizontal perfeitamente polido, e desprezando a resistência do ar); o corpo adquire movimento retilíneo uniforme. Neste caso, o movimento seria perpétuo.” Entendemos difícil afirmar ter Galileu formulado o Princípio da Inércia, embora as discussões trazidas no Diálogo aproximem as explicações ao que Newton formulou, os termos são outros e a idéia base também; um subtende o conceito de força, enquanto que o outro ainda não dispõe de uma dinâmica de movimento.

“Galileu não chegou a comprovar experimentalmente sua hipótese, pois, na prática, a situação por ele imaginada é difícil de ser realizada.”. No mesmo capítulo existe uma breve biografia sobre seus feitos, incluindo-o como o empregador do método experimental de investigação na ciência, quem “introduziu o conceito de inércia, estabeleceu a relatividade do

movimento, estudou a lei da queda dos corpos e do movimento de corpos por um plano inclinado, estabeleceu as bases para o estudo do lançamento de projéteis próximos à superfície da Terra, utilizou o pêndulo simples para medir intervalos de tempo, descobriu com uma luneta novos corpos celestes, demonstrou que a Via Láctea é composta de grande número de estrelas e descobriu as manchas solares e a estrutura da superfície da Lua.” Além da questão do emprego da palavra descobrir, como já discutido anteriormente, alertamos para uma incoerência histórica a respeito das manchas solares; há relatos de que as mais antigas descrições das manchas solares datam de 800 a. C..

Para a categoria 2, Galileu é citado novamente no capítulo sobre movimento uniforme:

“Galileu procurava sempre fundamentar suas teorias com experiências: observava e quantificava para obter uma relação que descrevesse o fenômeno estudado.”. A nosso ver esta explanação do método utilizado por Galileu leva a um Galileu empirista, que aplica a matemática para estudar os fenômenos observados; ocultando a maior inovação trazida por ele, um novo olhar sobre os movimentos. O autor coloca ainda que a “instrumentação matemática, necessária para compreender fenômenos físicos, é uma tarefa fundamental do estudante”. Entendemos esta colocação como intensificadora de nossa leitura, na qual o método científico resume-se à matematização dos fenômenos.

Nas categorias 3 e 4, sobre a queda livre e o lançamento vertical fazemos citação para exemplificar uma maneira, a nosso ver, mais adequada de abordagem, que não emprega termos atuais:

“Antes da descoberta do Princípio Fundamental, Galileu já havia observado esse movimento e concluído que, desprezando a resistência do ar, quando abandonados do repouso e próximos à superfície da Terra, os corpos caem com velocidades crescentes, e que a variação da velocidade é constante em intervalos de tempos iguais.”

Citamos a seguir um trecho de exercício envolvendo lançamento de projéteis:

“Até os experimentos de Galileu Galilei, pensava-se que, quando um projétil era arremessado, o seu movimento devia-se ao *impetus*, que mantinham projétil em linha reta e com velocidade constante. Quando o *impetus* acabasse, o projétil cairia verticalmente até atingir o chão. Galileu demonstrou que a noção de *impetus* era equivocada.”

Categoria 6, em gravitação universal Galileu é citado como um dos propulsores da unificação do cosmo:

“A partir dos estudos de Galileu, foi se firmando a idéia de que leis universais governam o movimento dos corpos e podem ser aplicadas aos movimentos ocorridos no céu e na Terra.”

Análise dos resultados

De uma maneira geral, percebemos que a inclusão da História e Filosofia das Ciências é feita nos materiais didáticos através de um capítulo inicial que faz uma breve narração histórica partindo de Aristóteles e chegando a Einstein, considerando a figura de Galileu como fundador do método científico e que, a partir de seus estudos, passou-se a praticar na Ciência a matematização e experimentação da natureza, o que acaba configurando também a Revolução Científica como causada apenas por essa maneira de explicar os fenômenos. Defendemos que a grande novidade galileana é mais que uma metodologia de investigação, é antes um novo olhar sobre os mesmos fenômenos, uma nova maneira de encarar o objeto, um novo observador; Galileu ao propor a mobilidade terrestre prevê esse novo olhar. As experiências são as mesmas, mas o que ele propõe é pensar o movimento tomando outro referencial, a partir desta idéia propõe a explicação e descrição dos movimentos da esfera ao

cair do mastro do navio, ou rolando sobre o plano inclinado; da trajetória e dos movimentos de um projétil, propondo a relatividade e a independência dos movimentos.

Os livros didáticos quando falam da questão do movimento em Galilei desconsideram o que foi seu maior problema: a construção de uma nova forma de percepção, pois há outro sujeito (em movimento) e outros objetos que são compreendidos a partir do observador.

Entendemos a apresentação dos conceitos ainda muito práticas, apresentando apenas os resultados, na maioria das vezes de sucesso, destas investigações feitas por essas figuras da história do desenvolvimento do conhecimento científico; de maneira que Galileu e outros são citados como experimentadores de uma Física que só passou a existir a partir das Leis de Newton. A idéia de movimento é trabalhada de maneira prática, a partir de cada conteúdo a ser aprendido, ficando sem uma reflexão que julgamos necessária para que faça sentido uma contextualização história e filosófica e que se aproxime da idéia de Ciência como uma atividade contínua, instável e em fase constante de construção.

Considerações Finais

Interpretamos os resultados desta investigação como fundamentais para pensarmos a inserção da História e Filosofias das Ciências no ensino de ciências, pois os livros didáticos são amplamente utilizados pelos professores que ensinam física no Ensino fundamental e médio. Desta maneira julgamos válidos os esforços em investigações que façam a crítica e proponham caminhos para a criação de propostas tanto para possibilitar a aprendizagem da maneira sugerida nos Parâmetros Curriculares Nacionais como para a preparação dos futuros professores para lidar com este tipo de conteúdo.

Percebemos que a História da Ciência veiculada pelos livros didáticos analisados tem o papel fundamental de cumprir os requisitos exigidos pelas legislações de ensino, de maneira que a idéia de Ciência é passada de acordo com a visão de Ciência do autor, mais especificamente, a idéia trazida através da figura de Galileu é de maneira prática, onde há citações de um “cientista” que investigou tal situação, mas não obteve sucesso, o que, para nós, rompe com o objetivo de dar a idéia de construção do conhecimento científico. Sentimos que sua importância para o desenvolvimento da Ciência é atrelada apenas pela introdução do método científico, o que não é acordado pelos leitores de Ciência histórica de maneira unanime; há algumas interpretações que apontam para a não experimentação de fato, embora suas argumentações apontem para realização de experimentação, estas são guiadas pela teoria, propostas e guiadas por um conhecimento não empírico.

Os livros didáticos quando falam da questão do movimento em Galilei desconsideram o que foi seu maior problema: a construção de uma nova forma de percepção, pois há outro sujeito (em movimento) e outros objetos que são compreendidos a partir do observador.

A tese que defendemos é que a idéia de “revolução copernicana” implica em uma nova forma de percepção do universo, que está em Copérnico e é retomada por Galileu. Consideramos essa idéia de extrema relevância ao se trabalhar o conceito de movimento através de Galileu, e acreditamos que sua contribuição para o Ensino de Ciências baseado nos pressupostos da válida inserção da História e Filosofia das Ciências no ensino vai além da simples idéia de propulsor do método científico ou de preparador para a ciência completa de Newton.

Referências dos livros analisados (em ordem alfabética)

GASPAR, A. Física. Série Brasil, Ensino Médio, volume único, Ed. Ática, 2008

PARANÁ, D. N. da S. Física. Série Novo Ensino Médio, volume único, 6^a. ed., Ed. Ática, 2003.

SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. Universo da Física 1, Mecânica, 2^a ed., Ed. Atual, 2005

UENO, P. Física. Série Novo Ensino Médio, volume único, Ed. Ática, 2006.

Referências

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*, Edições 70, Lisboa: 1977.

BASTOS, F. História da Ciência e Ensino de Biologia: A pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903). Tese de doutorado. Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1998.

BORGES, G.L.A. *Utilização do método Científico em livros didáticos de ciências para o 1º grau*. 1982. 359f. 2v. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação: Universidade de Campinas, Campinas, 1982.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

CALUZI, J. J.; SOUZA FILHO, M. P.; BOSS, S. L. B.; A História hipotética na física: distorções da História da Ciência no livros didáticos sobre o experimento de Oersted, in: Atas do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Florianópolis: 2007.

CAMPOS, A. A Teoria do Impetus de Nicole Oresme e a possibilidade do Movimento Diurno no Le Livre Du Ciel et Du Monde. Dissertação de mestrado. Programa de Estudos de Pós-Graduandos em História das Ciências. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC – SP, 2008.

ÉVORA, F. R. R. A Revolução Copernicana – Galileana: origem, significado e inserção na história do pensamento científico-filosófico antigo e medieval. Dissertação de mestrado. Faculdade de Filosofia, UNICAMP, Campinas, SP, 1987.

HOTTECKE, D.; HENKE, A.; RIESS, F. Implementing History and Philosophy in Science Teaching: strategies, methods, results and experiences from the European HIPST Project. *Science & Education*, p. 1–29, 2010. Published online: 10 december 2010 – DOI 10.1007/s11191-010-9330-3.

HOTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing History and Philosophy in school Science Education is a challenge: an analysis of obstacles. *Science & Education*, v. 20, n. 3-4, p. 293–316, 2011.

KOYRÉ, A. Estudos de história do pensamento científico. Tradução e revisão técnica de Márcio Ramalho, 2 ed., Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 1991.

KUHN, T. S. A Revolução Copernicana. Tradução de Marília Costa Fontes. Lisboa: Edições 70, 1957.

MARTINS, R. A. Como não escrever sobre história da física – um manifesto historiográfico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 1, p. 113-129, 2001.

MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 21, n. 1, p. 83-102, 2004.

MEDEIROS, A. J. G.; MONTEIRO, M. A. As invisibilidades dos pressupostos e das limitações da teoria de Copérnico nos livros didáticos de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 1, p. 29-52, 2002.

SILVA DIAS, V.; MARTINS, R. A. Michael Faraday: o caminho da Livraria à Descoberta da Indução Eletromagnética. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 13, p. 517-530, 2004.

VANNUCCHI, A. I. História e Filosofia da Ciência: da Teoria para a Sala de Aula. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física e Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1996.