

As contribuições de Galileu à astronomia nas abordagens de livros didáticos de física: uma análise na perspectiva da natureza da ciência

Maria Amélia Monteiro¹, Roberto Nardi²

maria-amelia-monteiro@uol.com.br, nardi@fc.unesp.br

¹Faculdade de Ciências e Tecnologia, UFGD, Dourados, MS, Brasil.

²Departamento de Educação, Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, São Paulo, SP, Brasil.

Resumo

O objetivo da pesquisa aqui relatada foi analisar como os autores de treze livros didáticos de física da educação básica brasileira tratam as contribuições de Galileu para a astronomia. Diante do objetivo, elaboramos questões de pesquisa e nos fundamentamos em referenciais da história da ciência, bem com da natureza da ciência. No tocante aos procedimentos metodológicos, fundamentamo-nos na análise de conteúdo e organizamos as abordagens dos livros didáticos em três categorias, a saber: aquelas que não mencionam as contribuições de Galileu à astronomia, as que mencionam as contribuições de Galileu, porém, desarticuladas do contexto e por último, aquelas que se referem às contribuições de Galileu associando-as com a emergência do copernicanismo e a derrocada do aristotelismo. Constatamos que a maioria dos livros didáticos analisados citam as contribuições de Galileu à astronomia e mencionam outros acontecimentos implicados no contexto daquela produção. Porém, referem-se a esses como fatos desarticulados entre si e do contexto mais amplo, não possibilitando que a natureza da ciência seja evidenciada em uma perspectiva ampla. As abordagens assemelham-se a uma retórica das conclusões. Constatamos ainda que, no tocante as menções aos dados observacionais construídos por Galileu são tratadas em uma perspectiva epistemológica empiricista-indutivista, desprezando as pressuposições teóricas daquele no tocante a interpretação dos dados construídos. Em certa medida, as abordagens dos livros didáticos sobre as contribuições de Galileu à astronomia incorporam uma perspectiva restrita em relação à natureza da ciência, distanciando-se dos pressupostos de uma educação científica e tecnológica crítica.

Palavras chave: Astronomia galileana; Natureza da ciência; Livros didáticos de física.

Galileo's contributions to astronomy in the approaches of physics textbooks: an analysis from the perspective of the nature of science

Abstract

The purpose of the research reported here was to analyze the way that the authors of thirteen Brazilian basic education physics textbooks deal with Galileo's contributions to astronomy. Before the goal, we elaborate research questions and we base on benchmarks in the history of science, as well as the nature of science. Regarding the methodological procedures, we based ourselves on content analysis and organize the approaches of textbooks in three categories, namely: those that do not mention Galileo's contributions to astronomy; those that mention Galileo's contributions, however, the disjointed context and finally, and those relating to Galileo's contributions associating them with the emergence of Copernicanism and the collapse of Aristotelianism. We noticed that most of the analyzed textbooks cite Galileo's contributions to astronomy and mention other pertinent events in the context of that production. However, refer to these as disjointed facts with each other and the wider context, not allowing the nature of science is evident in a wide perspective. The approaches resemble as rhetorical conclusions. We noted also that, as regards the references to observational data built by Galileo are treated in an empiricist-inductive epistemological perspective, ignoring the theoretical presuppositions that with respect to interpret the data. To some extent, the approaches of textbooks on Galileo's contributions to astronomy

incorporate a restricted view about the nature of science, distancing themselves from the conditions of a critical scientific and technological education.

Keywords: Galilean astronomy; Nature of science; Physics textbooks.

Las contribuciones de Galileo a la astronomía en los enfoques de los libros de texto de física: un análisis desde la perspectiva de naturaleza de la ciencia

Resumen

El propósito de la investigación aquí es analizar cómo los autores de trece textos de física de la educación básica brasileña tratan las contribuciones de Galileo a la astronomía. Antes del gol, hemos desarrollado preguntas de investigación y hemos considerado en las referencias de la historia de la ciencia, así como la naturaleza de la ciencia. Con respecto a procedimientos metodológicos, nos razonamos en el análisis de contenido y organizamos los enfoques de los libros didácticos en tres categorías, a saber: aquellos que no mencionan las contribuciones de Galileo a la astronomía, los que mencionan las contribuciones, sin embargo, desarticuladas del contexto y, por último, las que se refieren a contribuciones de Galileo asociándolas con la aparición del copernicanismo y el colapso del aristotelismo. Hemos encontrado que la mayoría de los libros de texto analizados citan aportaciones de Galileo a la astronomía y mencionan otros acontecimientos pertinentes al contexto de esa producción. Sin embargo, al referirse a estos hechos desarticulados entre sí y del contexto más amplio, no permitiendo que la naturaleza de la ciencia se muestre en una perspectiva más ancha. Los enfoques son similares a una retórica de conclusiones. También reconocemos que, en lo que respecta a los detalles sobre los datos de observación construido por Galileo estos son tratados desde una perspectiva epistemológica empirista-inductivista, sin tener en cuenta los supuestos teóricos que en cuanto a la interpretación de los datos construidos. Hasta cierto punto, la enfoques de los libros de texto sobre las contribuciones de Galileo a la astronomía incorporan una visión restringida en la naturaleza de la ciencia, distanciándose de los supuestos de una educación científica y tecnológica crítica.

Palabras Clave: Astronomía de Galileo; Naturaleza de la ciencia; Libros de texto de física.

Les contributions de Galilée astronomie dans les approches des manuels de physique: une analyse en perspective la nature de la science

Résumé

L'objectif de la recherche présentée ici était d'analyser la façon dont les auteurs des treize manuels de physique de l'éducation de base au Brésil traiter les contributions de Galilée à l'astronomie. Avant le but, élaborer des questions de recherche et sur la base de notre indice de référence dans l'histoire de la science, bien avec la nature de la science. En ce qui concerne les procédures méthodologiques, nous nous basons sur l'analyse du contenu et les approches de livres organisée manuels scolaires dans les trois catégories, à savoir : ceux qui ne mentionne pas les contributions Galileo à l'astronomie, ils mentionnent les contriguções de Galilée, toutefois, le contexte disjoint et enfin ceux, celles qui se réfèrent aux contributions de Galilée en les associant à l'émergence de Copernic et le renversement de l'aristotélisme. Nous avons constaté que la plupart des manuels examinés entionner les contributions Galilée à l'astronomie et mentionner à d'autres événements impliqués dans le contexte de cette production. Toutefois, se référant à ces faits disjoints et le contexte plus large, ne permettant pas la nature de la science en términoingne dans une large perspective. Approches ressemblent à une rhétorique de conclusions. Nous notons également que en ce qui concerne les mentions à des données d'observation construit par Galilée sont traités dans une perspective épistémologique inductiviste-empiriste, sans tenir compte des pré-supposés théorique concernant interprétation de données construit. Dans une certaine mesure, approches des manuels sur les contributions de Galilée à l'astronomie intégrations d'une perspective restreinte en ce qui concerne la nature de la science, leurs distances avec les conditions de l'enseignement scientifique et de la technologie critique.

Mots clés: Astronomie de Galilée ; Nature de la science ; Manuels de physique.

1. INTRODUÇÃO

Em vários contextos educacionais, o livro didático tem sido um material bastante utilizado pelos professores como apoio para a realização das suas atividades. A partir desta

utilização, o livro didático influencia tanto o currículo como grande parte dos procedimentos adotados nas salas de aula (Abd-El-Khalick, Waters e Le, 2008).

Vale salientar que a utilização do livro didático no contexto educacional não é isenta de contradições, mas, permeada por tensões, haja vista que tais livros são atravessados por distintos discursos, perspectivas epistemológicas e influências culturais (Choppin, 2004). Apple (2006) alerta para as amplas relações de interesses as quais os livros didáticos encontram-se submetidos, tais como interesses comerciais, econômicos e ideológicos estabelecidos por determinados grupos sociais. Nesta perspectiva, Apple (1997a) argumenta que o conhecimento que a sociedade recebe através do livro didático é o conhecimento selecionado por um grupo para ser o conhecimento oficial, o conhecimento a ser ensinado. O conhecimento que se encontra no livro didático, por sua vez, é então tomado como capital cultural (Apple, 1997b).

A literatura evidencia que diversas abordagens dos livros didáticos da educação básica, especificamente livros didáticos das ciências, têm sido recorrentemente analisadas. Essas análises contemplam erros referentes aos conceitos da Astronomia (Langhi e Nardi, 2007), a linguística textual e a utilização de imagens em abordagens sobre tecnologia (Diaz e Pandiella, 2007), o uso inadequado de analogias em livros didáticos de Química (Francisco Jr, 2009), apenas para citar algumas.

No tocante as pesquisas contemplando as abordagens dos livros didáticos referentes à natureza da ciência (a partir de agora NdC), ainda são quantitativamente restritas. Mas, as pesquisas implementadas revelam que, via de regra, os livros didáticos incorporam perspectivas bastante restritas e ultrapassadas acerca da NdC.

Com relação às abordagens pelos livros didáticos, Chiappetta e Fillman (2007), por exemplo, analisam em cinco livros didáticos estadunidenses de Biologia, recém-publicados e adotados no nível médio (nível High School), no Estado do Texas, quatro aspectos relacionados a NdC, a saber: a) ciência como um corpo de conhecimento, b) ciência como um caminho investigativo, c) ciência como uma forma de pensamento e d) ciência e sua interação com a tecnologia e a sociedade. Os autores analisam as seções referentes aos métodos utilizados nas ciências, célula, hereditariedade, DNA, evolução e ecologia. Constatam que há um melhor equilíbrio no tocante às abordagens referentes à alfabetização científica, evidenciando a incorporação das orientações relacionadas com uma autêntica visão do empreendimento científico melhor que os similares, quinze anos antes.

Irez (2009) analisa abordagens de aspectos da NdC em livros didáticos de Biologia, utilizados no secundário da educação básica turca. Consta que a ciência é apresentada como uma coleção de fatos, sem referências ao dinamismo da sua construção.

Em 1992, Stinner constata que livros didáticos canadenses de Ciências apresentam uma perspectiva superada em relação à NdC, notadamente, abordando a elaboração do conhecimento em uma perspectiva empírico-indutiva. Ou seja, adotam uma perspectiva epistemológica considerada incompatível com as perspectivas propostas para a educação científica contemporânea. Além disso, a maioria

das proposições das atividades desses livros requerem resolução de caráter algorítmico, constata o autor.

Solaz-Portolés, Vidal-Abarca e Sanjosé (1993) analisam as abordagens dos modelos atômicos em livros didáticos de Física e Química da educação básica espanhola. Constatam que nas abordagens desses livros não discutem os aspectos epistemológicos relacionados à formulação dos modelos, tampouco justificam a substituição de um modelo por outro. Também sobre os modelos atômicos, Rodríguez e Niaz (2004) fundamentam-se na história e na filosofia da ciência e analisam as abordagens sobre os modelos atômicos de Thomson, Rutherford e Bohr em quarenta e um livros didáticos de Física Geral estadunidenses. Constatam que a maioria incorpora uma perspectiva indutivista acerca da construção da ciência, sobretudo, enfatizando os procedimentos experimentais. Apenas alguns livros entre os analisados procedem com uma reconstrução histórica dos fundamentos e pressuposições teóricas que conduziram o empreendimento, notadamente a interpretação dos dados experimentais, as quais conduziram a conflitos e controversias.

Guisasola, Almudí e Furió (2005) analisam as abordagens sobre teorias e conceitos de campo magnético em trinta livros didáticos de Física, utilizados no nível universitário espanhol, os quais haviam sido publicados entre os anos de 1972 e 1999. Constatam que incorporam uma concepção bastante restrita acerca da NdC, apesar dos conceitos e teorias analisados possibilitarem a ilustração de várias abordagens sobre a NdC.

No campo da astronomia, Monteiro e Nardi (2012) investigaram as menções sobre as observações de Galileu em sete livros didáticos de Física utilizados na educação básica brasileira. Constataram que assumem uma perspectiva restrita em relação NdC, além de não associarem aquelas observações com o debate da astronomia da época. O objetivo da presente pesquisa é analisar em treze livros didáticos de Física utilizados no nível médio da educação básica brasileira, algumas marcas da NdC nas abordagens sobre as contribuições de Galileu à Astronomia, bem como a importância destas para a consolidação de uma nova perspectiva de pensamento, no contexto do desenvolvimento da astronomia a partir do início do século XVII. Este objetivo encontra-se orientado através das questões de pesquisa, pontuadas na seção referente ao percurso metodológico.

2. A NATUREZA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

A literatura evidencia que entre pesquisadores da didática das ciências tem se fortalecido um consenso em defesa de abordagens explícitas contemplando a NdC nos currículos da educação básica (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000). A adoção desse consenso reflete-se, sobretudo, em reformas curriculares realizadas nas últimas décadas em diversos países, como por exemplo, Austrália, Canadá, Nova Zelândia, Estados Unidos da América e outros (Acevedo et al, 2005a).

O termo natureza da ciência renova-se constantemente, tendo assumido diversas acepções ao longo dos anos.

Porém, de maneira geral, o termo esteve predominantemente associado à epistemologia da ciência (Lederman, 1992). Abd-El-Khalick (2005) refere-se a estudo evidenciando que entre filósofos, historiadores, sociólogos e educadores da ciência não há um consenso quanto ao significado e a abrangência da NdC. Segundo o autor, essa condição deve-se a própria complexidade e dinamismo do empreendimento científico.

Indo além da perspectiva anterior, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) mencionam o crescimento em torno do entendimento de que a NdC não se encontra restrita às questões epistemológicas inerentes a construção da ciência. Alonso et al (2007) opinam que a própria complexidade das questões epistemológicas da ciência incorpora considerações sociológicas, conduzindo a abrangência da NdC para além da esfera da epistemologia.

Abd-El-Khalick (2005) apontam a existência de um consenso geral sobre as perspectivas contempladas pela NdC, a saber: o conhecimento científico é uma tentativa; é construído a partir da observação do mundo natural; parcialmente, é resultante das inferências humanas; é socialmente e culturalmente dependente.

Bell, Lederman e Abd-El-Khalick (2000) propõem uma distinção da NdC relacionada aos pressupostos epistemológicos e os valores envolvidos nos processos da atividade científica, os quais deixam suas marcas nas respectivas metodologias. Avaliamos que para se compatibilizar com a perspectiva ampla da NdC, faz-se necessário uma epistemologia que não se assente unicamente em pressuposições empiricistas.

Alonso et al (2007) opinam que, em uma perspectiva ampla, a NdC engloba uma gama de aspectos, notadamente, o que é ciência, seu funcionamento interno e externo, como se constrói e se desenvolve o conhecimento que a ciência produz, os métodos usados para validar o conhecimento, os valores implicados nas atividades científicas, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e vice-versa.

Acevedo et al (2005b) alertam que as abordagens mais amplas sobre a NdC ainda não se encontram devidamente presente nos currículos. Estes, frequentemente focam os conteúdos conceituais, regidos pela lógica interna da ciência. No entanto, é cada vez maior o acordo para se incluir explicitamente abordagens amplas sobre a NdC nos currículos de ciências, notadamente, por aqueles que defendem uma visão de ciência mais apropriada para o século XXI.

Defesas em torno da importância da inserção da NdC nos currículos não são recentes, tendo sido bastante enfatizada na década de sessenta do século XX. Schwab (1960) argumenta que no início do século XX ainda era possível conceber-se a ciência como uma coleção de fatos obtidos através de constatações empíricas, os quais iam sendo justapostos aos antigos para serem aperfeiçoados. Schwab considera que esta abordagem em relação à construção da ciência, através da qual apresentavam apenas os resultados da produção da ciência, tidos como imutáveis e verdadeiros, refletia-se no ensino. Nomea essa abordagem

de retórica das conclusões, a qual desvinculava as ideias do contexto da produção.

Mais recentemente, predominam duas tendências acerca da adoção da NdC como conteúdo curricular na educação científica. Em uma delas, que é dissenso, admitem que não é possível alcançar acordos básicos acerca do que considerar sobre a NdC (Alters, 1997). Na tendência majoritária, encontram-se aqueles que defendem ser possível enfrentarem-se as dificuldades e construir um consenso sobre que elementos da NdC deverão ser incluídos na educação científica (Bartholomew, Osborne e Ratcliffe, 2004).

Acevedo et al (2005b) mencionam que distintos argumentos tem sido utilizados por pesquisadores em torno da importância inserção de abordagens contemplando a NdC nos currículos de ciências. Dentre estes, como sendo um dos componentes essenciais para a educação científica e tecnológica para todos; a possibilidade de situar o ensino de ciências em um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade; auxiliar a participação cidadã nas decisões tecnocientíficas e outras. Com a implementação curricular de uma perspectiva ampla em relação à NdC, a educação científica não mais se compatibiliza com o ensino de conteúdos desvinculado das questões sociais, políticas e culturais.

Contrariando das algumas perspectivas anteriores, o estudo de Sadler, Chambers e Zeidler (2004) evidencia que, nas tomadas de decisões de caráter sócio-científicas, os estudantes mostram-se mais confiantes em relação às informações que são relevantes para suas crenças e convicções pessoais, que nas evidências científicas. Assim, a relação direta entre as abordagens sobre a NdC e a tomada de decisões pelos estudantes a partir de preceitos críticos, carece de estudos mais amplos e aprofundados.

Abordagens sobre a NdC também deverão ser consideradas na formação de professores. Uma abordagem coerente em relação a NdC poderá auxiliar os professores a refletirem sobre as limitações da ciência, a sua provisoriade, bem como as influências políticas, econômicas e culturais que marcam o contexto da construção da ciência e suas consequências (Acevedo et al, 2005a). Por outro lado, pesquisas apontam que as compreensões dos professores sobre a NdC não são inequivocamente transferidas para a sala de aula, mas dependentes de alguns outros fatores (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000). Mas, isso não implica a não transferência de quaisquer influências das concepções dos professores sobre a NdC para a sala de aula.

3. A ASTRONOMIA GALILEANA E A CONSOLIDAÇÃO DO HELIOCENTRISMO

Visando relacionar as contribuições de Galileu à astronomia com ocorrências que foram suas contemporâneas, abordaremos sobre a emergência do copernicanismo no século XVI, realçando pressuposições fundantes e disputas em torno desse empreendimento.

3.1. A astronomia galileana no contexto da revolução copernicana

Na segunda metade do século XVI, o modelo astronômico copernicano foi utilizado por vários astrônomos profissionais, em virtude da coerência matemática referente às previsões das posições planetárias. Certamente, contribuiu para tal aceitação o prefácio do *De Revolutionibus*, supostamente inserido pelo teólogo luterano Andreas Osiander, alegando que a proposição de Copérnico seria uma hipótese. A versão final do *De Revolutionibus*, apresentada em 1543, trazia abordagens cosmológicas e matemáticas referentes à Terra planetária. Kuhn (1990) opina que teria sido o mencionado prefácio que possibilitou a utilização dos dados matemáticos de Copérnico por muitos astrônomos, mas sem comprometimento com a realidade física das teses heliocêntricas.

Em 1551, Erasmus Heinhold (1511-1553), então professor na Universidade de Wittenberg, utiliza-se dos dados matemáticos de Copérnico e elabora um conjunto de tabelas - as Tabelas Pluténicas. Em muitas aplicações práticas, mostram-se com precisão superior a das Tabelas Alfonsinas, baseadas no sistema ptolomaico, as quais haviam sido elaboradas no século XIII. As Tabelas Pluténicas foram usadas na construção do Calendário Gregoriano, em 1582, o qual substituiu o Calendário Juliano, em vigor desde o ano 45 a. C. (Kuhn, 1990).

Ao final do século XV, os erros acumulados pelas imprecisões dos cálculos baseados no Calendário Juliano¹, bem como as demandas práticas consequentes das necessidades das navegações oceânicas portuguesas e espanholas, haviam criado um clima propício para a elaboração de um novo calendário (Crombie, 1974). Tanto que, visando à preservação do seu sincretismo, notadamente a data da Páscoa coincidindo com o início da primavera no Hemisfério Norte, a Igreja Católica investiu na reforma do Calendário Juliano, recomendando a Copérnico empreender a tarefa. Porém, esse postergou a tarefa, alegando a necessidade de, previamente, elaborar uma nova astronomia (Copérnico, 1990).

As iniciativas de Copérnico na elaboração de um modelo astronômico intensificaram-se nos primeiros anos do século XVI. Por volta de 1510, apresentou o *Comentariolus*, contendo uma versão qualitativa do seu sistema astronômico (Copérnico, 1990). Nessa obra, o Sol localizava-se próximo ao centro do universo, sendo este modelo inicialmente aceito pelo papado. Porém, essa posição seria revertida no final do século XVI.

Apesar da coerência matemática do modelo astronômico copernicano, algumas consequências físicas decorrentes da condição da Terra planetária não eram satisfatoriamente explicadas. Em relação ao movimento diário da Terra, por exemplo, Copérnico (1984) valeu-se de preceitos que incorporavam uma essência aristotélica para explicar o

comportamento dos corpos lançados verticalmente sobre a Terra. Mas, algumas contribuições foram desenvolvidas a partir do final do século XVI, as quais evidenciariam as potencialidades daquele modelo. Por exemplo, a proposição do Princípio da Inércia por Galileu (1564-1642), a qual incorporava uma explicação para o lançamento dos corpos sobre uma Terra em movimento. Outra contribuição foi empreendida por Kepler, aperfeiçoando aspectos de modelos astronômicos heliocêntricos, como também a ideia de gravitação desenvolvida por Newton, posteriormente.

A condição de planeta atribuída a Terra, por si só, seria uma forte oposição ao copernicanismo. Impunha revisão à condição de destaque até então dispensada ao ser humano, considerado como ocupante de posição de destaque no universo (Rossi, 1992). Ou seja, a astronomia heliocêntrica requeria o deslocamento dos humanos do centro do universo para uma posição periférica.

Pedersen (1973) opina que a retirada do homem do centro do universo teria sido a principal motivação para a disseminação do copernicanismo além da esfera da astronomia. Logo, incorporou uma conotação ideológica ao modelo astronômico copernicano. Esta perspectiva, radicalmente explorado por Giordano Bruno (1548-1600), atrairia a oposição crescente da Igreja às teses de Copérnico, a partir do final do século XVI. No entanto, logo após a publicação do *De Revolutionibus*, iniciou-se uma frente de oposição aos preceitos heliocêntricos, empreendida por clérigos de várias tendências, usando principalmente teses bíblicas. Podemos citar Lutero e seu adjunto, Melanchthon, como também Calvino, através do *Comentário ao Gênesis*. Essa crescente oposição protestante, levou a Igreja a adotar uma posição diferente em relação às teses copernicanas. Até então, a oposição protestante não havia se envolvido em questões astronômicas (Kuhn, 1990).

Outras contribuições para a aceitação do copernicanismo seriam consequentes das interpretações elaboradas a partir dos dados astronômicos obtidos pelas observações de Galileu, ocorridas a partir do final da primeira década do século XVII. Estas colocavam em suspeição preceitos muito caros das pressuposições aristotélicas adotadas pelos geocentristas, as quais abordaremos nas próximas seções.

3.2. Interpretações de Galileu sobre a topografia lunar

Os registros das interpretações sobre as primeiras observações astronômicas empreendidas por Galileu foram registradas no *Mensagem das Estrelas*². Para a observação sistemática dos céus, fez uso de instrumentos de observação com lentes, tendo empreendido o aperfeiçoamento desses instrumentos.

¹ Para ajustar as datas aos fenômenos manifestos nas estações, o Papa Gregório XIII estabeleceu que o dia após a quinta-feira, 4 de outubro de 1582, seria sexta-feira, 15 de outubro e não 5 de outubro.

² Trata-se de um pequeno opúsculo, constituído por um comentário sobre o telescópio, um tratado sobre a Lua, um comentário sobre as estrelas e finalizando, um tratado sobre os satélites de Júpiter, publicado em 1610.

Apesar de emprender o aperfeiçoamento dos instrumentos de observação, Galileu não relevou as teorias óticas acerca das lentes, as quais se encontravam nas obras do italiano Giovanni Battista Della Porta. Essas haviam sido publicadas na *Magia naturalis*, em 1589 e no *De refractione*, em 1593, bem como nas obras de Johannes Kepler (Mariconda, 2006).

Através das lentes, entre 30 de novembro e 18 de dezembro de 1610, aproximadamente, Galileu realizou observações da Lua, em diversas fases. A partir destas, elaborou cinco gravuras com a descrição visual da superfície lunar, as quais se prestaram como referencial observacional para as suas argumentações sobre a topografia lunar. A região visível da Lua foi representada como dotada de uma parte luminosa, voltada para o Sol, e outra escura, diametralmente oposta. Representou o limite entre essas regiões como sendo irregular e com pequenas partes da região escura, inundando a região clara (Galilei, 2010).

Sobre uma extensa parte da região escura da Lua, distante da fronteira da região clara, Galileu constatou a existência de pontos brilhantes, completamente separados da parte iluminada. Em quase toda a região clara da Lua, mesmo inundada pela luz do Sol, constatou uma grande quantidade de manchas escurecidas. Galileu mencionou que todas as manchas lunares apresentavam em comum o fato das manchas escuras encontrarem-se na região voltada para o Sol, enquanto as resplandecentes, do lado oposto ao Sol (Galilei, 2010).

A partir de analogias com a topografia terrestre, Galileu elaborou um modelo explicativo para a topografia lunar. Assim, argumentou que, no momento do nascer do Sol, olhando-se os vales terrestres que ainda não estavam banhados pela luz, se percebia que as montanhas que os cercavam já resplandeciam do lado oposto ao Sol. Além disso, enquanto as planícies ainda estavam escuras, os cumes dos montes mais elevados resplandeciam a luz do Sol. Posteriormente, com a elevação do Sol, as iluminações das planícies e das colinas tornavam-se homogêneas.

A partir de uma analogia entre as sobras nas superfícies terrestre e lunar, Galileu defendeu que os pontos claros na face escura da superfície da Lua, deviam-se ao reflexo da luz do Sol em cumes de montanhas ali existentes. Prosseguindo, argumentou ainda que, semelhantemente a diminuição das sombras na superfície terrestre, a partir da elevação do Sol, as manchas lunares escuras também diminuíam à medida que a área luminosa expandia-se (Galilei, 2010).

Ainda usando analogias entre os dados observacionais das superfícies terrestre e lunar, Galileu defendeu que a superfície lunar seria dotada de montanhas, depressões e vales, sendo estes responsáveis pela aparência das manchas escuras na face clara da Lua³ (Galilei, 2010). Esta condição

³Manchas lunares havia sido objeto de várias interpretações desde a Antiguidade. Para Heráclides e Platão, a Lua seria outra Terra. Para Clearco, as manchas lunares seriam a sombra da Terra. Plutarco elaborou uma obra sobre a temática e afirmou que a Lua seria como a Terra, com montanhas, vales e, possivelmente, habitada. É de se notar *REIEC Volumen 10 Nro. 1 Mes Julio* 63
Recepción:28/08/2014

contrariava então preceitos básicos da cosmologia aristotélica, para a qual a Lua seria um corpo perfeitamente liso.

Galileu também se valeu de uma aparente cavidade redonda, supostamente localizada no centro da Lua, com dimensões maiores em relação às demais. Referindo-se a essa, mencionou que apresentava o mesmo aspecto no tocante à sombra e à iluminação de uma região semelhante, localizada na Terra. Acerca das aparentes irregularidades na superfície lunar, assinalou:

“Do seu exame muitas vezes repetido podemos discernir com certeza que a superfície da Lua não é perfeitamente polida, uniforme e exactamente esférica, como um exército de filósofos acreditou, acerca dela e dos outros corpos celestes, mas é, pelo contrário, desigual, acidentada e notavelmente sinuosa” /.../. (Galilei, 2010, p. 156).

Salientamos que as conjecturas de Galileu acerca da superfície lunar não foram construídas a partir dos dados observacionais, apenas. Em setembro de 1611, elaborou carta explicando ao matemático jesuíta Christoph Grienberger que as suas conclusões acerca da superfície lunar foram obtidas através da conjunção do discurso com a observação e a aparência (Leitão, 2010).

A abordagem anterior é bastante valiosa para o contexto educacional, no sentido de se argumentar contra proposições alinhadas com a perspectiva de que, a construção das ideias são decorrente dos dados captados pelos sentidos, apenas.

3.3. A localização das estrelas e dos planetas como evidência do alargamento e da mutabilidades do universo.

Realizando observações com as lentes, Galileu constatou que o aparente aumento nas dimensões das estrelas fixas e dos planetas eram inferiores aos percebidos para a Lua e outros objetos. Uma lente que multiplicava o tamanho de um objeto terrestre na razão de cem vezes, propiciava o aumento do tamanho das estrelas a uma razão de quatro ou cinco vezes. Em relação às estrelas, Galileu mencionou que, quando observadas com as lentes ou com a vista desarmada, notadamente no período noturno, mostravam-se com uma cabeleira de raios brilhantes, aparentando maiores. Logo, o tamanho seria determinado não pelo corpo primário da estrela, mas pelo brilho circundante (Galilei, 2010).

Prosseguindo com argumentos sobre as dimensões estelares, Galileu reporta-se as estrelas observadas entre as primeiras luzes do crepúsculo vespertino, as quais se mostram bastante diminutas. Contrapõe o tamanho das estrelas com o da Lua, cujo tamanho pouco variava, seja observada na mais profunda escuridão, seja observada ao meio dia.

também as explicações de Averróis sobre as manchas lunares, atribuídas à diferença de incidência da luz solar (Leitão, 2010)

Através das lentes do telescópio, Galileu constatou ainda que a região até então denominada de nebulosa seria um conjunto de estrelas e não o reflexo da luz solar. Mencionou que as nebulosas nomeadas por Órion e Plêiades apresentavam 21 e 40 pequenas estrelas, respectivamente. Além disso, com as lentes Galileu também constatou uma grande quantidade de estrelas, cujas dimensões mostravam-se menores que o das estrelas de sexta grandeza (Galilei, 2010).

Galileu também discorreu sobre a distinção de brilho entre as estrelas fixas e os planetas. Sobre estes, afirma que apresentavam seus globos redondos e circulares, e ainda, totalmente cobertos de luz, como se fossem pequenas luas. As estrelas não se mostravam com contornos delimitados, mas como que tivessem luminárias brilhando em suas volta (Galilei, 2010).

Na Primeira Jornada do Diálogo, através do personagem Salviati, Galilei reporta-se a duas estrelas, detectadas em 1572 e em 1604, as quais se mostravam mais distantes que todos os planetas (Galilei, 2004). A primeira estrela ou estrela de Tycho, por quem foi explorada com bastante ênfase, teria surgido na constelação de Cassiopéia. A luz do dia, mostrou-se visível por várias semanas e a noite, por dezoito meses. Como não constatou a paralaxe, Tycho defendeu que deveria situar-se no mundo supralunar. A outra, teria sido a estrela de Kepler, a qual apareceu em 1604. Sobre esta, a partir de 1605, Galileu teria dedicado-se a estudá-la e proferiu três conferências, relacionando a ausência de paralaxe estelar com a distância da localização da estrela e assim, confrontando o pressuposto aristotélico de perfeição da região celeste (Mariconda, 2004).

Em julho de 1610, Galileu constatou a existência de duas estrelas próximas ou unidas, movimentando-se em relação a Saturno. O mencionado fenômeno foi, posteriormente, nomeado como Saturno Tricorpóreo (Leitão, 2010).

Outra constatação de Galileu, a qual corroborava com a emergência do copernicanismo foi a existência de quatro estrelas ao redor de Júpiter, variando de brilho, tamanho e posição tanto entre si como em relação ao planeta. As observações dessas estrelas foram realizadas durante dezoito dias, compreendidos entre 7 de janeiro e 2 de março de 1610 (Galilei, 2010).

As constatações das estrelas ao redor de Júpiter prestaram-se como argumento para o movimento da Lua em torno da Terra, com velocidade distinta desta, conforme o modelo copernicano. Acerca do movimento daquelas estrelas, Galileu (2010) assinala:

“Temos, além disso, um excelente e esplêndido argumento para eliminar os escrúpulos daqueles que, embora admitindo tranquilamente a revolução dos planetas em torno do Sol no sistema copernicano, ficam tão perturbados pela circulação de uma única Lua em torno da Terra, enquanto as duas juntas completam um orbe anual em torno do Sol, que concluem que esta constituição do universo deve ser recusada como impossível” (p. 205).

O movimento da Lua ao redor da Terra, que se constituía como um obstáculo físico ao copernicanismo, somente

seria devidamente equacionado com o surgimento da mecânica newtoniana. No entanto as observações de Galileu alimentavam uma corrente de pensamento que aceitava a gravitação da Lua em torno da Terra, conforme o modelo copernicano.

No texto *O Mensageiro das Estrelas*, Galileu não mencionou a possibilidade de aferir-se a paralaxe anual estelar. No entanto, Galileu já possuía noção da importância deste fenômeno como evidência do movimento anual da Terra, pressuposto do modelo copernicano. Conforme Leitão (2010), em 23 de julho de 1611, Giovanni Lodovico Ramponi, correspondente de Galileu, explicava-lhe um método para se aferir a paralaxe a partir da observação de estrelas muito próximas. Em 1612, Galileu e Benedetto Castelli (1776-1643) empreenderam tentativas de aferirem a paralaxe estelar. A ausência de paralaxe estelar também seria assunto de uma longa contenda entre Galileu e Francesco Ingoli (Mariconda, 2005).

Na Terceira Jornada do Diálogo, através de uma discussão entre Salviati e Simplicio, Galileu argumentou para a importância da paralaxe para evidenciar a plausibilidade física do modelo copernicano. Simplicio opinou que, se a proposta de movimento anual atribuído à Terra por Copérnico fosse coerente, a não detecção da paralaxe anual estelar somente seria possível se as estrelas fixas estivessem a uma distância inimaginável da Terra e ainda que as dimensões da menor dessas estrelas fosse maior que o orbe celeste. Tal condição seria inviável.

Contraopondo Simplicio, Salviati argumentou a não detecção da paralaxe estelar apesar do movimento da Terra, mesmo que este movimento evidenciasse o movimento de retrogressão dos planetas, devia-se a grande distância que as estrelas encontravam-se da Terra, harmonizando-se então com um universo de grandes dimensões.

A partir de observações realizadas com o telescópio em 1610, Galileu constatou a existência de fases em Vênus, semelhantes às fases da Lua. Essas somente seriam possíveis se o planeta orbitasse em torno do Sol. Segundo Kuhn (1990), a mencionada constatação representou uma evidência direta em favor do copernicanismo.

3.4. As manchas solares e os cometas como evidencia adicional da mutabilidade dos céus

A partir das observações realizadas em 1610, outra oposição desenvolvida por Galileu ao preceito aristotélico de imutabilidade dos céus, ocorreu a partir da defesa da existência de manchas na superfície do Sol. Galileu tanto requereu a primazia da descoberta dessas, como travou um longo debate em torno das explicações para o fenômeno, a partir da segunda década do século XVII. Conforme Mariconda (2004a), a primeira obra escrita acerca da existência das manchas solares teria sido o *De maculis in Sole* (Das manchas no Sol), de Johannes Fabricius de Wittemberg, em 1611, a partir de observações realizadas naquele ano.

Relatos sobre as manchas solares seriam produzidos pelo jesuíta Christoph Scheiner (1573-1650), registrados em três cartas endereçadas ao prefeito de Augsburg, Marco Welser, com datas de novembro e dezembro de 1611, publicadas em 1612, com o título *Tres Epistolae de Maculis Solaribus* (Três Epístolas Sobre as Manchas Solares). Nessas, Scheiner atribuiu que as manchas solares seriam causadas por um conjunto de minúsculos corpos opacos que giravam em torno do Sol e projetavam-lhe sombras (Mariconda, 2004). Ou seja, Scheiner empreendeu uma explicação em sintonia com o preceito aristotélico sobre a perfeição da região celeste.

Em janeiro de 1612, Welser dá ciência das cartas de Scheiner a Galileu e solicita-lhe comentários. Em maio de 1612, Galileu reivindicou a prioridade da descoberta das manchas solares, alegando tê-las observado entre julho e agosto de 1610. Até porque, durante viagem à Roma, em 1611, Galileu teria referido-se as observações solares, realizadas anteriormente. Em agosto de 1612, uma segunda carta é escrita por Galileu para Welser, na qual expõe detalhes refutando as teses de Scheiner sobre as manchas solares. Nessa carta, Galileu desenvolveu uma longa defesa, argumentando que as manchas solares seriam contíguas a superfície solar, logo sendo levadas por esta, criticando assim as explicações de Scheiner. Em dezembro de 1612, Galileu escreveu a terceira carta a Welser, na qual reivindica publicamente a prioridade das descobertas sobre as manchas solares, além de criticar as explicações de Scheiner (Mariconda, 2004). Em 1613, as três cartas de Galileu endereçadas a Welser são publicadas em Roma pela Academia dos Linceus, com o título *Istoria e dimostrazione intorno alle macchie solari (História e demonstrações em torno das manchas solares e seus acidentes)*⁴ (Mariconda, 2006).

Na Terceira Jornada do Diálogo, através de Salviati, Galileu também mencionou a sua antecipação a Scheiner na constatação das manchas solares, e ainda, desenvolve explicações para a existência daquelas. Salviati defendeu que teria sido o Acadêmico Linceu o descobridor dessas manchas, no ano de 1610, quando lecionava em Pádua e que teria professado sobre as mesmas para diversas pessoas, em Veneza. Prosseguindo, Salviati reafirmou a suposição de que as manchas solares somente poderiam ser explicadas a partir da adoção do pressuposto de que são contíguas à superfície solar (Galilei, 2004).

Posteriormente, a polêmica entre Scheiner e Galileu vai para a prioridade da descoberta da rotação do Sol em torno do seu próprio eixo e o efeito deste movimento sobre a trajetória observada nas manchas solares. Mas, com a proibição do sistema astronômico copernicano, em 1616, os jesuítas abandonaram o sistema astronômico ptolomaico e aderiram ao de Tycho Brahe, no qual todos os planetas giravam em torno do Sol e este, em torno da Terra. Assim, adotaram as evidências observacionais que revelavam fases para Vênus, além das diferenças de tamanho de Marte, porém, mantinham-se alinhados com os preceitos cosmológicos aristotélicos. Galileu, por sua vez, mantinha-

se em defesa do sistema astronômico copernicano, apesar da sua proibição (Mariconda, 2004).

As disputas entre Galileu e os jesuítas encontram-se além das travadas com Scheiner acerca das manchas solares. Em 1518, iniciou-se outra disputa com o jesuíta Orazio Grassi (1590?-1654), cujo pseudônimo era Lotário Sarci, em torno da natureza e da localização dos cometas, os quais apareceram naquele ano nos céus da Europa. Tais disputas encontram-se registradas na obra *O Ensaaiador* (originalmente, *Il Saggiatore*), publicada em 1923. Nesta, Galileu admite que não realizou observações aos cometas, haja vista sua impossibilidade, por motivos de saúde (Galilei, 1999).

Na Primeira Jornada do Diálogo, através de Salviati, Galileu (2004) reportar-se as mutações observadas nos céus. Dentre estas, refere-se aos cometas, os quais muitos astrônomos os observaram em local além do orbe lunar.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O objetivo da pesquisa aqui relatada é analisar em livros didáticos de Física no nível médio da educação básica brasileira, características sobre a NdC nas abordagens referentes as contribuições de Galileu à Astronomia, a partir do início do século XVII, bem como a importância atribuída a essas contribuições, no sentido de possibilitar uma nova visão de mundo. Este objetivo encontra-se orientado através das questões de pesquisa.

4.1. As questões de pesquisa

Com o intento mantermos aproximação com o objetivo da pesquisa, ou seja, identificarmos tendências sobre a NdC nas abordagens acerca das contribuições de Galileu à astronomia pelos livros didáticos de física, nos orientamos pelas seguintes questões de pesquisa:

- a) Em que medida as abordagens dos livros didáticos sobre a Astronomia do século XVII atribuem relevância ou não as contribuições de Galileu?
- b) Qual a perspectiva epistemológica que os livros didáticos incorporam ao mencionarem as interpretações das imagens celestes obtidas por Galileu, a partir do instrumento de observação?
- c) As contribuições de Galileu à Astronomia nas abordagens dos livros didáticos encontram-se articuladas com outras ocorrências do século XVI e XVII que influenciaram a construção teórica do campo? Essas abordagens incorporam uma perspectiva ampla ou restrita em relação à NdC?
- d) Quais as contribuições para a consolidação do copernicanismo e a consequente superação do aristotelismo que os livros didáticos conferem as contribuições de Galileu no campo da Astronomia?

4.2. A seleção dos livros didáticos analisados

Para a seleção dos livros didáticos de Física, optamos analisar entre aqueles editados nos últimos cinco anos, destinados ao nível médio da educação básica brasileira. Esta escolha deu-se no sentido de evidenciar se os autores

⁴ Na Primeira Jornada do Diálogo, através de Salviati, Galileu reporta-se as cartas enviadas a Welser.

dos mencionados livros relevam ou não as recomendações dos pesquisadores acerca da importância da NdC no contexto educacional, seja em relação às questões mais restritas, seja em relação a questões mais amplas que constituem o campo.

Consideramos as abordagens de treze livros, os quais foram nomeados de L₁, L₂, L₃, /.../, L₁₁, L₁₂ e L₁₃, respectivamente. Estes foram selecionados entre os editados a partir do ano de 2009, dentre aqueles disponíveis para os autores da presente pesquisa. As referências dos livros didáticos encontram-se ao final da seção específica.

Além dos treze livros anteriormente mencionados, outros livros poderiam ter sido incluídos na amostra e igualmente serem analisados. Todavia, adotando as considerações de Bogdan e Biklen (1994), através das quais recomendam que, quando o acréscimo quantitativo de novos objetos não propiciam novas interpretações, pode-se limitar o número de objetos analisados. Compreendendo que as abordagens dos livros didáticos configuravam-se nessa perspectiva, nos limitamos a analisar o quantitativo mencionado.

4.3. Referenciais mobilizados e a organização dos dados

Para a análise e interpretação das abordagens dos livros didáticos, esboçamos um referencial contemplando a NdC, realçando algumas das suas influências na formação de professores e na educação científica, como também resultados de pesquisas que investigam aspectos da natureza da ciência em abordagens de livros didáticos de ciências. Além destes, referenciamos as contribuições de Galileu à Astronomia, sobretudo daquelas decorrentes das interpretações das observações celestes empreendidas através das lentes. Estas foram situadas no contexto da emergência do copernicanismo, sobretudo evidenciando os embates com preceitos aristotélicos.

A partir das questões de pesquisa, procedemos com recortes nas abordagens dos livros didáticos sobre a astronomia do século XVII e que se reportam ao trabalho de Galileu, e construímos unidades de análise. Também construímos unidades de análise das abordagens dos livros didáticos que contemplam o contexto sobre a astronomia no século XVII, mas que omitem as contribuições de Galileu, apesar do pertencimento das mesmas ao contexto mencionado.

Tanto para a escolha dos livros didáticos quanto para a sistematização das unidades de análise dos livros, nos apoiamos na análise de conteúdo (Bardin, 2010). Assim, identificadas às unidades de análise e construímos categorias temáticas.

Segundo Bardin (op. cit), na análise de conteúdo, a categorização poderá iniciar com uma generalidade mais fraca a outra mais específica, devendo atender as seguintes especificações: a exclusão mútua; a homogeneidade; a pertinência; a objetividade e a fidelidade e ainda a produtividade.

Para a categorização das menções dos livros didáticos, as unidades de análise que mencionavam as incursões de

Galileu no campo da astronomia foram transcritas integralmente. Além disso, essas unidades foram situadas em relação à localização e articulação com o texto mais amplo, do qual são partes constituintes.

A partir das especificações da análise de conteúdo, as menções dos livros didáticos sobre as contribuições de Galileu à astronomia, as quais constituíram as unidades de análise, foram organizadas em três categorias, a saber:

1. Omissões às contribuições de Galileu à Astronomia.
2. As contribuições de Galileu à Astronomia desarticuladas de outras ocorrências contemporâneas.
3. As contribuições de Galileu à Astronomia associadas à superação do aristotelismo e à aceitação do copernicanismo.

A partir dessas três categorias em que as abordagens dos livros didáticos foram organizadas, desenvolvemos seções de interpretação e análise, mobilizando então as questões de pesquisa e os referenciais teóricos.

5. OMISSÕES E MENÇÕES ÀS CONTRIBUIÇÕES GALILEU À ASTRONOMIA NAS ABORDAGENS DOS LIVROS DIDÁTICOS

Na presente seção, analisamos se nas abordagens dos livros didáticos sobre a astronomia dos séculos XVI e XVII realçam ou não as contribuições de Galileu nesse campo, bem como as perspectivas de NdC incorporadas nessas abordagens. Conforme mencionado, as unidades de análise dos livros didáticos sobre a temática encontram-se organizadas em três categorias, aqui apresentadas em seções.

5.1. Omissões às contribuições de Galileu à Astronomia

Constituem a presente categoria, as abordagens dos livros didáticos que explanam sobre a Astronomia dos séculos XVI e XVII, notadamente, sobre o contexto da emergência e da consolidação do heliocentrismo copernicano, porém, não se referem às contribuições de Galileu. Identificamos essa perspectiva nas abordagens dos livros L₅, L₈, L₁₁, L₁₂ e L₁₃, ou seja, nas abordagens de cinco livros entre os treze que constituem a amostra analisada. A seguir, explanamos sobre aspectos gerais das abordagens dos livros que constituem a presente categoria.

No capítulo nomeado Gravitação, o autor do livro L₅ reporta-se as observações ao firmamento empreendidas por civilizações primitivas, bem como a aspectos físicos do modelo astronômico geocêntrico de Ptolomeu, algumas das suas possibilidades e imperfeições. Menciona o modelo astronômico heliocêntrico proposto por Copérnico, realçando aspectos da sua configuração geométrica e afirma que, na Antiguidade Grega, Aristarco de Samos também já havia proposto um modelo heliocêntrico. Porém, não discute se Copérnico teria sido ou não influenciado pelo pensamento de Aristarco de Samos. Prosseguindo, o autor do livro L₅ reporta-se ao modelo de Tycho Brahe e as leis de Kepler. Mas, nessas abordagens

não contemplam disputas, articulações ou contradições entre essas teorizações.

No livro L_8 , as abordagens sobre a Astronomia encontram-se no capítulo Gravitação Universal. Os autores associam a origem da astronomia ao vínculo entre as observações celestes e o uso da matemática. Reportam-se à Antiguidade grega e citam com brevidade o modelo heliocêntrico de Aristarco de Samos, acrescentando que Hiparco foi um defensor desse modelo. Prosseguindo, referem-se ao modelo geocêntrico de Ptolomeu, acerca do qual descrevem aspectos da sua configuração física. Acrescentam que o modelo de Ptolomeu teria sido superado pelo modelo heliocêntrico de Copérnico. Acerca da aceitação deste, os autores do livro L_8 assinalam:

“Esse novo modelo foi aceito no meio científico e caía assim um paradigma. /.../ Outros astrônomos se dedicaram ao estudo da relação entre o Sol e os planetas, que foi mais bem descrita nos trabalhos de Johannes Kepler e de Isaac Newton” (p.324).

Iniciando o capítulo Gravitação Universal, desenvolvido como apêndice, os autores do livro L_{11} referem-se à Astronomia como a mais antiga das ciências. Mencionam os modelos propostos para o universo pelos gregos, no século IV a. C., configurados nas teorias geocêntricas e heliocêntricas, as quais se prestaram para explicar as observações dos céus.

Prosseguindo, os autores do livro L_{11} mencionam o sistema astronômico geocêntrico proposto por Ptolomeu, afirmando que descrevia o movimento dos planetas de modo satisfatório. Em seguida, referem-se ao sistema astronômico heliocêntrico, proposto por Copérnico no século XVI, o qual teria incorporado preceitos filosóficos existentes na Antiguidade grega e que teria substituído o sistema astronômico ptolomaico.

Ainda sobre a proposição heliocêntrica de Copérnico, os autores do livro L_{11} mencionam que essa contrariava os preceitos da filosofia aristotélica, bem como as convicções da época. Finalizam abordando as leis de Kepler, porém, não as relacionam essas com as proposições de Copérnico.

Os autores do livro L_{12} referem-se à Astronomia do século XVI e XVII no capítulo Gravitação. Procedem com uma brevíssima menção ao sistema heliocêntrico de Copérnico, sobre o qual afirmam que não explicava adequadamente a configuração posicional dos planetas e do Sol. Em seguida, mencionam que essa configuração foi explicada por Johannes Kepler através de três leis, as quais são descritas individualmente. Finalizando, referem-se à lei da Gravitação Universal.

No livro L_{13} , o autor reporta-se à Astronomia no capítulo Gravitação Universal. Neste, procede com uma breve introdução à Gravitação Universal e antes de particularizar em seção específica, discorre sobre os modelos planetários de Ptolomeu e de Copérnico, seguido de outra seção tratando das Leis de Kepler.

Conforme evidenciado anteriormente, apesar das considerações sobre a Astronomia desenvolvida nos séculos XVI e XVII pelos livros L_5 , L_8 , L_{11} , L_{12} e L_{13} ,

notadamente mencionando contribuições de Kepler e outros, não há sequer uma menção as contribuições de Galileu ao campo. Ou seja, desprezam contribuições que são consideradas um marco, não apenas para a emergência e consolidação do heliocentrismo copernicano, mas, também uma forma inovadora em torno da construção das ideias.

Vale acrescentar que, apesar das menções reportando-se a alguns modelos astronômicos, há um apagamento das articulações ou as disputas entre eles, notadamente, os modelos de Tycho, Kepler e Newton.

5.2. As contribuições de Galileu à astronomia desarticuladas de outras ocorrências contemporâneas

Na presente categoria, encontram-se as unidades de análise dos livros didáticos que mencionam as contribuições de Galileu à Astronomia, porém, sem relacioná-las com influências contemporâneas. Constituem a presente categoria as unidades de análise dos livros didáticos L_1 e L_3 .

No livro L_1 , os autores referem-se ao trabalho de Galileu no campo da astronomia após mencionarem o modelo astronômico copernicano. Em relação a Galileu, assinalaram:

“Foi o primeiro homem a observar o céu cientificamente. Criou seu próprio telescópio e, com ele, descobriu os satélites de Júpiter, as manchas solares e as fases da Lua. Defendeu a ideia de que a Terra não poderia ser o centro do Universo e que, na verdade, deveria estar girando em torno do Sol. Aceitou as descobertas de Kepler, seu contemporâneo” (p. 123).

Nesta, os autores mencionam contatações de Galileu obtidas a partir do uso das lentes e também algumas interpretações contruídas a partir dessas, que o levaram a empreender defesa dos preceitos heliocêntricos. No entanto, não discutem as pressuposições adotadas que conduziram as mencionadas constatações e interpretações. Com isso, conferem ao trabalho de Galileu uma perspectiva epistemológica empiricista, como se os dados da natureza estivessem disponíveis, necessitando apenas de serem sistematizados. Ou seja, por que a defesa galileana em torno da existência de manchas solares, haja vista que outros construíram interpretações distintas a partir de imagens semelhantes? O que implicava a existência ou não das manchas no Sol, bem como satélites em Júpiter, por exemplo?

Ainda em relação à abordagem do livro L_1 , os autores silenciam sobre a interferência do instrumento de observação na formação das imagens observadas, a qual não foi sem contestação na época.

No livro L_3 , as abordagens acerca das contribuições de Galileu à Astronomia encontram-se no capítulo nomeado Gravitação. Após abordagens sobre os modelos astronômicos de Ptolomeu e de Copérnico, mencionam as contribuições de Galileu à Astronomia. Sobre estas, assinalam:

“Um importante adepto do pensamento copernicano foi o físico e astrônomo italiano Galileu Galileu (1564-1642). Em razão das necessidades de suas observações astronômicas, Galileu construiu diversas lunetas, com as quais observou os satélites de Júpiter, os anéis de Saturno, as manchas solares e detalhes da Lua. Além disso, elaborou mapas celestes de rara precisão para a época” (p. 205).

No parágrafo seguinte, em outra unidade de análise, referindo-se a Galileu, assinalam:

“Seus estudos também o levaram a concordar com a ideia de que o Sol, e não a Terra, deveria ser o centro do Sistema Solar. Por essa razão, foi perseguido e preso pela inquisição e, sob pressão, negou perante ao tribunal as teses que defendia” (p. 205).

Notamos na primeira unidade de análise do livro L₃ que os autores mencionam os instrumentos construídos por Galileu e algumas das suas constatações. Igualmente a abordagem no livro L₁, também silenciam acerca das pressuposições adotadas por Galileu, as quais influenciaram na construção e na interpretação dos dados observados, como também na própria mediação do instrumento de observação no processo.

Em relação ao teor das unidades de análise anteriores, lançamos o seguinte questionamento: em que medida a adoção do heliocentrismo por Galileu dependeu apenas das constatações obtidas a partir das observações com o instrumento? Em que medida a constatação dos satélites de Júpiter, dos anéis de Saturno, das manchas solares e detalhes da Lua favoreciam o heliocentrismo? Os autores suplantam as polêmicas e disputas em torno dos processos das defesas construídas por Galileu e incorporam uma perspectiva epistemológica empiricista-indutivista.

Interpretamos ainda que as abordagens dos livros L₁ e L₃ acerca das contribuições de Galileu no campo da Astronomia incorporam a concepção de que a construção da ciência é uma tarefa individual, neutra e desarticulada de outras influências teóricas da época. Logo, distanciando-se de uma perspectiva ampla em relação a NdC, conforme defendem Alonso et al (2007), haja vista que não mencionam os valores implicados e outras perspectivas internas e externas que interferiram nas teorizações de Galileu.

Pelo apagamento nas pressuposições que permearam os processos da construção e das interpretações dos dados por Galileu, focando em uma versão final sobre aqueles, interpretamos que as abordagens dos livros L₁ e L₃ incorpora a perspectiva que Schwab (1960) nomeou de retórica das conclusões.

5.3. As contribuições de Galileu à astronomia associadas à superação do aristotelismo e à aceitação do copernicanismo

Compõe a presente categoria as unidades de análise que, explicitamente, vinculam as contribuições de Galileu à Astronomia com a aceitação do copernicanismo ou com a superação do aristotelismo. Nesta, encontram-se as unidades de análise dos livros L₂, L₄, L₆, L₇, L₉ e L₁₀, acerca das quais teceremos considerações.

Iniciando o capítulo Gravitação, os autores do livro L₂ procedem com menções aos modelos astronômicos geocêntricos e heliocêntricos propostos na Antiguidade grega. Em seguida, reportam-se ao modelo astronômico de Copérnico e afirmam que alguns partidários deste, dentre eles Bruno e Galileu, sofreram retaliações por parte da Igreja. Porém, não mencionam as motivações que levaram a Igreja empreender oposição às interpretações de Bruno e de Galileu. Tal explicitação seria pertinente, evidenciando que a adoção ao modelo copernicano por aqueles se deu a partir de distintas pressuposições e que teriam empreendido disputas interpretativas distintas, as quais contribuíram para a emergência do heliocentrismo.

Prosseguindo, os autores do livro L₂ mencionam algumas elaborações de Tycho Brahe em torno da construção do seu sistema astronômico. Em um quadro nomeada A Física na História. Contribuições de Galileu Galilei à Construção do Modelo de Mundo, assinalam:

“Em 1609, Galileu Galilei pôde observar os astros com a luneta recém-construída por ele. Descobriu que a Lua era repleta de crateras, não sendo portanto uma esfera perfeita, como se imaginava na concepção aristotélica. Viu que o Sol apresentava manchas e que havia satélites orbitando em torno de Júpiter (e não da Terra, supostamente o centro do Universo. Com suas observações, Galileu fazia cair por Terra a imagem de mundo divino e perfeito concebida por Aristóteles e adotada pela Igreja Católica” (p. 324).

Os autores reportam-se a algumas defesas de Galileu, a partir das observações celestes com um instrumento e as situa como em oposição ao aristotelismo. No entanto, não se referem as pressuposições teóricas na construção e na interpretação dos dados observados, como também na possível interferência do instrumento na formação das imagens observadas. Ao contrário, conferem a essas observações um caráter decisivo para a superação do aristotelismo.

Conforme menciona Leitão (2010), o teor da carta enviada por Galileu a Christoph Grienberg, em 1611, as conclusões daquele acerca da superfície lunar foram obtidas a partir da conjunção do discurso com a observação e a aparência. Assim, interpretamos que a abordagem acerca das constatações de Galileu com as lentes, incorpora as marcas de uma abordagem epistemológica empiricista.

Ainda na unidade de análise do livro L₂, também omite-se as disputas ocorridas entre perspectivas teóricas distintas. Ou seja, as constatações de Galileu construídas a partir dos dados observacionais não propiciaram a imediata derrocada dos preceitos cosmológicos aristotélicos. Por exemplo, enquanto Galileu defendia a existência de manchas solares contíguas ao Sol, evidenciando desacordos com o aristotelismo, Scheiner apresentava argumentações que acomodavam a existência de manchas solares com os preceitos aristotélicos, conforme discutido por Mariconda (2004).

Ainda no tocante a abordagem do livro L₂, as influencias além do campo da Astronomia nas teorizações de Galileu é apenas mencionada – influencias religiosas. Assim, a mencionada abordagem distancia-se de uma perspectiva

ampla em relação a NdC. Esta perspectiva de natureza da ciência requer a adoção de uma articulação mais complexa entre os elementos interferentes em uma construção teórica.

No livro L_4 , identificamos duas unidades de análise relacionadas às contribuições de Galileu à astronomia. No capítulo Leis de Kepler, os autores reportam-se aos gregos como tendo sido os primeiros a proporem modelos para explicarem os céus. Descrevem aspectos da configuração física dos modelos de universo de Aristóteles e de Aristarco de Samos, sendo este citado como a exceção heliocêntrica da Antiguidade. Reportam-se ao modelo astronômico de Ptolomeu, acerca dos quais trazem representações das trajetórias dos movimentos planetários em relação aos observadores terrestres.

Prosseguindo, os autores do livro L_4 afirmam que as mudanças sociais e intelectuais propiciadas pela Renascença, fomentaram a criação do modelo copernicano, no século XVI. Descrevem aspectos da configuração física desse modelo, o qual teria propiciado várias inovações no campo do conhecimento e que, somente com Kepler e Galileu teria ocorrido a aceitação do modelo copernicano.

Avaliamos que a abordagem anterior é reducionista, haja vista creditarem a aceitação do copernicanismo e a consequente derrocada do aristotelismo às teorizações de Kepler e Galileu, apenas. Com isso, suplantam a possibilidade de discorrerem a abordagem desvelando a complexidade das articulações internas e externas ao campo e assim aproximar-se de uma perspectiva ampla em relação a natureza da ciência, conforme discorrem Alonso et al (2007).

Sobre o trabalho de Galileu no campo da astronomia, os autores do livro L_4 assinalam:

“Construiu, ele próprio sua luneta, apontou-a para o céu e observou características dos planetas que não haviam sido vistas até então. Galileu percebeu que havia satélites girando em torno de Júpiter, tal qual a Lua em torno da Terra. Verificou também que Vênus apresentava fases em virtude de seus movimentos, que ele supôs serem ao redor do Sol. Constatou que a superfície da Lua não era perfeitamente lisa, mas sim cheia de buracos, planícies, vales e montanhas. A luneta de Galileu foi chamada de instrumento do demônio pelos religiosos da época, que se recusaram a olhar através dela e constatar o que posteriormente se tornou evidente: a Terra não era o centro do Universo e este não estava repleto de astros perfeitamente, esféricos e sem manchas” (p. 264).

Apesar de mencionarem algumas construções pioneiras empreendidas por Galileu com um instrumento de observação, a abordagem anterior despreza a contribuição dos referentes teóricos adotados na interpretação dos dados, semelhantemente a abordagem do livro L_2 . Com isso, situam a interpretação dos dados obtidos com o instrumento de observação em uma perspectiva epistemológica empiricista. Ou seja, será que apenas a observação da superfície da Lua possibilitou Galileu inferir que a sua superfície era imperfeita?

Interpretamos ainda que na unidade anterior, que realçam o produto das ideias, sem situarem suas implicações. Por

exemplo, por que a constatação de que Vênus apresentava fases corroboravam com as hipóteses de que a centralidade seria do Sol e não da Terra?

Prosseguindo, os autores do livro L_4 referem-se às contribuições de Kepler ao modelo heliocêntrico copernicano, abordadas posteriormente. A seção ainda contém um quadro intitulado Demonstrar, discutir, experimentar. Neste, encontra-se uma reprodução da superfície lunar existente do Sidereus Nuncius, a qual seria resultante das observações de Galileu com a luneta. No quadro, assinalam:

“/.../, Galileu foi convincente ao defender a existência de montanhas e vales na superfície da Lua. As suas observações iam claramente contra a doutrina aristotélica que reinava naquela época, segundo a qual todos os corpos celestiais eram perfeitamente lisos e esféricos” (p. 264).

Semelhantemente a primeira unidade de análise, também desprezam os referentes teóricos adotados por Galileu no sentido de atribuir imperfeições a superfície lunar, tampouco a interferência do instrumento da construção das imagens. Logo, apoiam-se em uma perspectiva epistemológica empírico-indutivista.

De maneira geral, nas unidades de análises do livro L_4 , encontram-se mencionados apenas o produto final das contribuições de Galileu no campo da astronomia para a superação do aristotelismo, em detrimento dos processos e referentes teóricos adotadas. Ou seja, trata-se de uma abordagem que se aproxima da perspectiva que Schwab (1960) cunhou com retórica das conclusões. Pelo realce em relação ao instrumento de observação, interpretamos que as abordagens do livro L_4 sobre as contribuições de Galileu à astronomia incorporam uma perspectiva epistemológica empiricista.

No livro L_6 , ao longo do capítulo As Leis da Gravitação, os autores reportam-se ao modelo astronômico de Ptolomeu, e ao modelo heliocêntrico de Copérnico. Antes de mencionarem as leis de Kepler reportam-se a Galileu, assinalando:

“O sistema proposto por Copérnico simplificava o movimento dos outros planetas, eliminando os epiciclos, e introduzia um movimento para a Terra, contrariando o senso comum da época. /.../ Mais tarde essa teoria recebeu outras contribuições e foi aperfeiçoada, principalmente com os estudos de Galileu, Tycho Brahe e Kepler” (p. 312).

Notemos que mencionam Galileu assim como outros astrônomos como tendo contribuído para a aceitação do copernicanismo. Mas, sequer explicitam quais teriam sido as contribuições de Galileu para a mencionada aceitação. Assim, avaliamos que a abordagem incorpora uma perspectiva restrita de NdC.

No livro L_7 , as contribuições de Galileu à astronomia estão localizadas na seção A Consolidação do heliocentrismo, pertencente ao capítulo História da Cosmologia.

Os autores do livro L_7 referem-se aos trabalhos de Galileu como tendo contribuído para a consolidação da revolução copernicana. O texto remete a capítulos anteriores, no

tocante a abordagens acerca do estudo sobre a queda dos corpos e a inércia. Prosseguindo, encontram-se afirmações referentes ao pensamento aristotélico e contra-argumentações referentes ao pensamento galileano, no tocante a queda dos corpos, a constituição dos céus, o centro do universo e o movimento da Terra. Sobre a constituição dos céus, assinalam:

“Afirmação aristotélica: *Tudo no céu é perfeito, o que se traduz pelas formas perfeitas dos círculos e das esferas.*

Contra-argumentação de Galileu: *Apontando a luneta para a Lua, ele mostrou a existência de montanhas, vales e crateras. Como um corpo perfeito poderia ter imperfeições na superfície?”* (p. 322)

Na unidade de análise anterior, desprezaram os referentes teóricos de Galileu na interpretação das observações com o instrumento. Mas, evidenciam que as defesas de Galileu conduziam a um embate com preceitos aristotélicos.

Sobre a localização dos corpos no universo, os autores do livro L₇, assinalam:

“Afirmação aristotélica: *Todos os corpos no céu descrevem círculos em torno da Terra, que é o centro do Universo.*

Contra-argumentação de Galileu: *Novamente com o uso da luneta, ele mostrou que existiam luas girando em torno de Júpiter. Como poderia haver dois centros para o Universo?”* (p. 322).

Nesta, os autores colocam em dúvida a tese aristotélica de centralidade do Universo a partir da constatação da existência de luas em torno de Júpiter por Galileu, evidenciando as disputas ocorridas em torno de duas correntes de pensamento.

Acerca do movimento e localização da Terra, na abordagem do livro L₇ assinalam:

“Afirmação aristotélica: *A Terra está parada no centro do Universo, pois esse é seu estado natural, como todos os outros corpos celestes se movendo ao seu redor.*

Contra-argumentação de Galileu: *Observando Vênus com uma luneta, Galileu percebeu que ocorriam variações na sua iluminação, ou seja, fases de Vênus assim como no caso das fases da Lua. Isso só poderia ser admitido se a Terra também estivesse em movimento entre o planeta e o Sol”* (p. 323).

Na unidade de análise anterior, os autores trazem a contraposição de Galileu ao preceito do sistema geocêntrico defendido pelo aristotelismo, a partir da constatação da existência de fases em Venus, semelhantemente à Lua. Percebemos então que evidenciam uma tensão entre os preceitos aristotélicos e as elaborações teóricas de Galileu, construídas com o auxílio das observações telescópicas. Mas, os procesos de obtenção desses dados e os respectivos sentidos não são discutidos, apenas os resultados.

No livro L₉, as contribuições de Galileu à astronomia encontram-se no capítulo Gravitação Universal. Inicialmente, mencionam que povos de antigas civilizações interessavam-se pelos movimentos nos céus, devido necessidades na navegação e na agricultura. Prosseguindo, descrevem aspectos da configuração física dos modelos

astronômicos de Ptolomeu e de Copérnico. Antes de abordarem as leis de Kepler, referentes aos movimentos dos planetas, assinalam:

“Galileu Galilei (1564-1642) foi um ardente defensor das ideias copernicanas. A utilização de instrumentos ópticos de forma sistemática nas observações astronômicas permitiu-lhe obter fortes evidências a favor do sistema planetário heliocêntrico de Copérnico. Uma dessas evidências foi sua descoberta dos satélites de Júpiter. Se havia corpos (satélites) que giravam em torno de um planeta (Júpiter), a Terra não poderia ser o centro do Universo” (p. 257).

Na unidade de análise anterior há um realce em relação ao papel dos instrumentos de observação de Galileu em suas construções sobre a astronomia, a qual favorecia a aceitação do copernicanismo. Igualmente a outras abordagens, desprezam as pressuposições adotadas por Galileu na interpretação das imagens obtidas com o instrumento, apesar de mencionarem às constatações de Galileu como uma evidência do heliocentrismo e não como prova. Mas, não esboçam explicação que possibilite associação entre as constatações de Galileu com o fortalecimento do copernicanismo, notadamente em relação a descobertas dos satélites de Júpiter. Ou seja, por que a Terra não poderia ser o centro do universo, mesmo existindo planetas orbitando em torno de Júpiter? As disputas teóricas em torno das defesas e rejeições às proposições de Galileu são desprezadas, sendo focado apenas o produto final das suas ideias. Com isso, situam a contribuição de Galileu como um empreendimento individual.

Iniciando o capítulo Gravitação, os autores do livro L₁₀ discorrem sobre os modelos astronômicos de Aristóteles, de Heráclides de Pontos e de Aristarco de Samos, notadamente, sobre as respectivas configurações físicas daqueles. Prosseguindo, reportam-se a configuração física dos modelos astronômicos elaborados por Ptolomeu, Copérnico e Tycho Brahe. Em seguida, vinculam o trabalho de Galileu ao modelo astronômico copernicano, assinalando:

“Galileu foi um ardente defensor do sistema (modelo) de Copérnico e, por isso, foi condenado pela Inquisição católica. Sua defesa do modelo copernicano foi apresentada em um obra, publicada em 1632, com o seguinte título: *Diálogo sobre os dois máximos sistemas*. Os dois máximos sistemas do título são o de Ptolomeu e o de Copérnico, pois Galileu não levou a sério o sistema de Tycho Brahe” (p. 466).

Ao contrário doutras, na unidade de análise anterior não focam nos instrumentos de observação utilizados por Galileu. No entanto, não mencionam os motivos e pressuposições daquele para a defesa do copernicanismo, tampouco o motivo desta defesa ter levado a condenação inquisitorial.

Pelo exposto anteriormente, notamos que, apesar das unidades de análise dos livros didáticos constituintes da presente categoria mencionarem ocorrências relacionadas a construção teórica de Galileu no campo da astronomia, os processos internos dessas articulações ou divergências são suplantados. Ou seja, enfatizam o produto da construção

das ideias em detrimento dos problemas e disputas que propiciaram uma construção teórica e aproximam-se da perspectiva retórica da conclusões, desenvolvida por Schwab (1960). Com isso, aproximam-se de uma abordagem problemática da história, distanciando-se de uma perspectiva ampla em relação a NdC, sobre a qual explanam Alonso et al (2007).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a influência que o livro didático exerce no contexto educacional (Abd-El-Khalick, Waters e Le, 2008), com suas abordagens tomadas como conhecimento oficial (Apple, 1997a) e, conseqüentemente impondo-se como capital cultural (Apple, 1997b), no mínimo são questionáveis as perspectivas da NdC incorporadas nas abordagens dos livros didáticos brasileiros, aqui analisados, sobre as contribuições de Galileu à astronomia. Tratam-se de perspectivas restritas ao contexto interno das ocorrências, as quais, via de regra, as abordagens epistemológica são de caráter empirista.

As restrições das perspectivas sobre a NdC incorporadas às abordagens sobre as contribuições de Galileu à Astronomia pelos livros didáticos analisados parecem contrariar a perspectiva de situar o ensino de ciencias em um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade, conforme defendem Acevedo et al (2005b). Assim, as defesas dos pesquisadores para incluírem considerações sobre a NdC na educação científica básica (Abd-El-Khalick e Lederman, 2000), parecem não encontrarem eco não apenas nos currículos, mas também nas abordagens dos livros didáticos.

Contraponto as considerações anteriores, questionamos em que medida uma abordagem ampla em relação a NdC é possível de ser contemplada em livros didáticos desse nível de ensino? Tal explanação não contemplaria um detalhamento que apenas seria possível em referências complementares? Este é um debate que avaliamos profícuo, porém, foge o escopo da presente pesquisa.

REFERENCIAS

Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G. 2000. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701.

Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27 (1), 15-42.

Abd-El-Khalick, F., Waters, M., Le, A. P. (2008). Representations of nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855.

Acevedo, J. A., Vázquez, A., Paixão, M. F., Acevedo, P., Oliva, J. M., Manassero, M. A. (2005a). Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. *Revista Ciência e Educação*, 11(1), 1-15.

Acevedo, J. A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F., Manassero, M. A. (2005b). Naturaleza de la ciencia e educación científica para la REIEC Volumen 10 Nro. 1 Mes Julio
Recepción:28/08/2014

participación ciudadana. Uma revisão crítica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 121- 140.

Alonso, A. V., Mas, M. A. M., Díaz, J. A. A., Romero, P. A. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la comunidad tecnocientífica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 331- 363.

Alters, B. J. (1997). Nature of science: a diversity or uniformity of ideas? *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1105-1108.

Apple, M. W. (2006). *Ideologia e currículo*. 3 ed. Porto Alegre, RS: Artmed.

_____. As políticas culturais e o texto. (1997a). In: *Conhecimento oficial. A educação democrática em uma era conservadora*. 2 ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 69-96.

_____. (1997b). Regulando o conhecimento oficial. In: *Conhecimento oficial. A educação democrática em uma conservadora*. 2 ed. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 97-136.

Bardin, L. (2010). *Análise de conteúdo*. Edições 70, Lisboa.

Bartholomew, H., Osborne, J., Ratcliffe, M. (2004). Teaching students "ideas-about-science". Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88 (5), 655-682.

Bell, R., Lederman, N., Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of the science: a follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 563-581.

Bogdan, R. C., Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Chiappetta, E. L., Fillman, D. A. (2007). Analysis of five high school biology textbooks used in the United States for inclusion of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 29(15), 1847-1868.

Choppin, A. (2004). História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, 30(3), 2004, 540-566.

Copérnico, N. (1984). *As revoluções dos orbes celestes*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

_____. (1990). *Commentariolus*. São Paulo, SP: Nova Estela.

Crombie, A. C. 1974. *História de la ciência: De San Agustín a Galileo*. Vol II. Madri: Alianza Editorial.

Díaz, L., Pandiella, S. (2007). Categorización de las ilustraciones presentes em livros texto de tecnología. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 424 – 441.

Francisco Júnior, W. E. (2009). Analogias em livros didáticos de química. Um estudo das obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007. *Ciência & Cognição*, 14(1), 121-143.

Galilei, G. (2010). *O Mensageiro das estrelas*. 2 ed. Tradução de Henrique Leitão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

_____. (2004). *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. 2 ed. Tradução de Pablo Rubén Mariconda. São Paulo, SP: Discurso Editorial e Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.

Guisasola, J., Almudí, J. M., Furió, C. (2005). The nature of science and its implications for physics textbooks: the case of classical magnetic field theory. *Science & Education*, 14 (3), 321-338.

- Irez, S. (2009). Nature of science as depicted in turkish biology textbooks. *Science Education*, 93 (3), 422-447.
- Kuhn, T. S. (1990). *A Revolução copernicana. A astronomia planetária no desenvolvimento dopensamento ocidental*. Tradução de Marília Costa Fontes. Lisboa: Edições 70.
- Langhi, R., Nardi, R. (2007). Ensino de astronomia: erros mais conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 87-111.
- Leitão, H. (2010). Estudos introdutórios. *O Mensageiro das estrelas*. 2 ed. Tradução de Henrique Leitão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 19-140.
- Mariconda, P. R. (2004). *Introdução ao diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. In: *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. 2 ed. Tradução de Pablo Rubén Mariconda. São Paulo, SP: Discurso Editorial e Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.
- _____ (2005). O alcance cosmológico e mecânico da carta de Galileu Galilei a Francesco Ingoli. *Scientiae Studia*, 3(3), 443-465.
- _____ (2006). Galileu e a ciência moderna. *Cadernos de Ciências Humanas*, 9(16), 267-292.
- Monteiro, M. A., Nardi, R. (2012). As observações astronômicas de Galileu nas abordagens dos livros didáticos de física: aspectos da natureza da ciencia. Anais do II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, 97-106.
- Pedersen, O. (1973). A formação de um novo universo. *O Correio da Unesco*, 1(6), 14-18.
- Rodríguez, M. A., Niaz, M. (2004). A reconstruction of structure of the atom and its implications for general physics textbooks: A history and philosophy of science perspective. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (3), 409-424.
- Rossi, P. (1992). *A Ciência e a filosofia dos modernos*. São Paulo: Editora da UNESP.
- Schwab, J. J. (1960). Enquiry, the science teacher, and the educator. *The Science Teacher*, 27(6), 6-11.
- Sadler, T. D., Chambers, W. F., Zeidler, D. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409.
- Solaz-Portolés, J. J., Vidal-Abarca, E., Sanjosé, V. (1993). Análisis didáctico, epistemológico e histórico de la introducción de los modelos atómicos em los textos de 2º de BUP. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra (IV Congreso), 283-284.
- Stinner, A. (1992). Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. *Science Education*, 73, 591-605.

REFERENCIAS DOS LIVROS DIDÁTICOS ANALISADOS

- Ferrari B. G., Soares, P. A. T., e Fogo, R. (2009). *Física básica*. v. único. São Paulo, SP: Editora Atual. (L₁)
- Yamamoto, K., Fuke, L. F. (2011). *Física para o ensino médio*. v. 1, Mecânica. São Paulo, SP: Editora Saraiva. (L₂)
- Doca, R. H., Biscuola, G. J., Bôas, N, V. (2010). *Física*. 1 ed. v. 1, 1 ed. São Paulo, SP: Editora Saraiva. (L₃)
- Sant'anna, B., Martini, G., Reis, H. C., Spinelli, W. *Conexões Com a Física*. (2011). v. 1, 1 ed. São Paulo, SP: Editora Moderna. (L₄)
- Gaspar, A. (2011). *Compreendendo a física*. v. 1, São Paulo, SP: Editora Ática. (L₅)
- Xavier, C., Barreto, B. (2010). *Física. Aula por aula*. v. 1, 1 ed. São Paulo, SP: Editora FTD. (L₆)
- Pietrocola, M. O., Pogibin, A., Andrade, R., Romero, T. R. (2011). *Física. Movimentos em contextos pessoal, social, histórico*. v. 1, 1 ed. São Paulo, SP: Editora FTD. (L₇)
- Braz, D., Santos, R. T. (2010). *Perspectivas em física*. v. 1, 1 ed. São Paulo, SP: Escala Educacional. (L₈)
- Matias, R., Fratzezi, A. (2011). *Física geral*. 2 ed. v. único, São Paulo, SP: Editora Harbra. (L₉)
- Calçada, C. S., Sampaio, J. L. (2012). *Física clássica*. 1 ed. v. 1, São Paulo, SP: Editora Atual. (L₁₀)
- Máximo, A., Alvarenga, B. *Física. Contexto e aplicações*. (2011). v. 1, São Paulo: SP: Editora Scipione. (L₁₁)
- Calçada, C. S., Sampaio, J. L. (2011). *Física* v. único, São Paulo, SP: Editora Atual. (L₁₂)
- Campagner, Carlos. *Física no cotidiano*. (2010). 1 ed. v. 1, 1 ed. São Paulo, SP: Editora Escala Educacional. (L₁₃)

Maria Amélia Monteiro

Licenciada em Física – UFRPE. Doutora em Educação Para a Ciência – UNESP – Bauru/SP – br. Docente da Faculdade de Ciência e Tecnologia (FACET) da Universidade Federal da Grande Dourados – Mato Grosso do Sul – MS – Brasil. Atua na área de Ensino de Ciências. mariamonteiro@fgd.edu.br