

## PROCURANDO MITOS SOBRE GALILEU GALILEI: POSSIBILIDADES DE SE REFLETIR A ARTICULAÇÃO ARTE- CIÊNCIA COMO CONTRIBUIÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Marcos Gervânio de azevedo Melo<sup>1</sup>

**Resumo:** O objetivo desse artigo é analisar como a compreensão dos mitos, que envolvem a história de Galileu Galilei, pode contribuir para o ensino de ciências. Após a realização de uma pesquisa bibliográfica, dois mitos sobre Galileu se destacaram: “Galileu Galilei inventou o telescópio” e “Galileu provou a queda simultânea dos corpos lançando uma pena e uma bala de canhão do topo da Torre de Pisa”. Refletir os mitos relacionados a Galileu, revelou uma possibilidade singular para se perceber a relação da ciência com outras áreas de conhecimento, destacando-se sua articulação com a arte. Isso fica evidente não somente pela influência dos feitos de Galileu no trabalho de pintores europeus, mas também pela interpretação de suas observações lunares que revelavam um cientista impregnado pela arte; ou seria um artista que fazia ciência? Além disso, representam um ponto de partida para se levar a História da Ciência às aulas de ciências, o que pode ocorrer com a utilização de pesquisas bibliográficas e/ou leituras, possibilitando, com isso, aproximações de aspectos da produção científica ao ensino de ciências. Portanto, compreender os mitos que envolvem cientistas, como Galileu, representa uma possibilidade de entender a ciência, para além da dimensão conceitual, valorizando-se conteúdos epistemológicos, atitudinais e procedimentais.

**Palavras-chave:** Mito; Galileu; Ensino de ciências.

## LOOKING FOR MYTHS ABOUT GALILEO GALILEI: POSSIBILITIES OF REFLECTING THE ART-SCIENCE ARTICULATION AS A CONTRIBUTION TO SCIENCE TEACHING

**Abstract:** The objective of this article is to analyze how understanding the myths, which involve the story of Galileo Galilei, can contribute to science teaching. After carrying out a bibliographical research, two myths about Galileo stood out: “Galileo Galilei invented the telescope” and “Galileo proved the simultaneous fall of bodies by throwing a feather and a cannonball from the top of

---

1 Doutor em Ensino de Ciências e Tecnologia-UTFPR. É professor do Instituto de Ciências da Educação – ICED/UFOPA e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Polo UFOPA do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Santarém, Pará, Brasil. E-mail: [marcosgervanio@gmail.com](mailto:marcosgervanio@gmail.com)

the Leaning Tower of Pisa”. Reflecting on myths related to Galileo revealed a unique possibility to perceive the relationship of science with other areas of knowledge, highlighting its articulation with art. This is evident not only by the influence of Galileo’s achievements on the work of European painters, but also by the interpretation of his lunar observations that revealed a scientist steeped in art; or would it be an artist who did science? Furthermore, they represent a starting point for taking the History of Science to science classes, which can occur with the use of bibliographical research and/or readings, thus enabling aspects of scientific production to be brought closer to science teaching. Therefore, understanding the myths that involve scientists, such as Galileo, represents a possibility of understanding science, beyond the conceptual dimension, valuing epistemological, attitudinal and procedural contents.

**Keywords:** Myth; Galileo; Science teaching.

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de ciências não está livre da presença de mitos e isso pode ser observado pelos estudos de Bassoli (2014) que apontam três exemplos de mitos relacionados às atividades práticas. Inicialmente, a autora afirma que “*o caminho para aprender ciência e seus métodos é o ‘aprender fazendo’ ou o ‘descobrir aprendendo’*” (p. 587). Sobre tal mito, a autora salienta que está alicerçado por uma concepção, mencionada entre os professores, a qual defende a atividade experimental como aquela que ensina os alunos sobre o que é a ciência, bem como sobre a sua metodologia. Contudo, lembra que o trabalho experimental é, normalmente, confuso, não produtivo e conduzido por uma concepção pobre desprovida de reflexão.

Em seguida, Bassoli (2014) discorre sobre o mito de que “*a realização de atividades práticas garante a motivação dos alunos*” (p. 589) e aponta os estudos de Galiazzi e Gonçalves (2004) que revelam que muitas vezes isso não ocorre no contexto das aulas experimentais.

Posteriormente, a autora discorre sobre o mito de que “*é indispensável um laboratório de ciências para a realização de atividades práticas*” (BASSOLI, 2014, p. 590). Contudo, a autora lembra que há escolas que não possuem laboratórios, mas desenvolvem atividades práticas em ambientes improvisados com a utilização de materiais de baixo custo ou com materiais emprestados em ações colaborativas com espaços não formais de educação.

Por outro lado, não é somente no ensino de ciências que se tem o contato com mitos, pois quando o olhar se volta para ciência e tecnologia (C&T), a presença deles também parece ser imensa. Auler e Delizoicov (2006) apontam três mitos relacionados à suposta neutralidade da C&T, quais sejam: o mito da *neutralidade das decisões tecnocráticas* que transfere ao expert as decisões das questões que envolvem C&T; o mito do *salvacionismo atribuído à ciência e a tecnologia* cujo desenvolvimento de C&T estaria sempre direcionado à resolução dos problemas da humanidade e o mito do *determinismo tecnológico* que compreende a tecnologia como sendo autônoma e independente das influências sociais. Outro mito que pode ser destacado é o que coloca a ciência como uma atividade unicamente masculina

(MELO; HEERDT, 2021), o que indubitavelmente acaba contribuindo para afastar mulheres da carreira científica.

Ao se pensar nos mitos envolvendo cientistas renomados, parece que *a queda da maçã sobre a cabeça de Isaac Newton* (proporcionando compreensão imediata referente à força universal da gravidade), representa a mais famosa entre as lendas envolvendo cientistas (MOURA; CANELLE, 2001).

Ora, mas ao lembrar de Isaac Newton (1642-1727), faz-se necessário refletir sobre suas palavras quando relata que “se vira mais longe foi porque se apoiara em ombros de gigantes”, pois não há como não pensar em nomes como Tycho Brahe (1546-1601), Johannes Kepler (1571-1630) e Galileu Galilei (1564-1642) (ROSA, 2012, p. 142). Voltar olhares a esses personagens pode oportunizar ocasiões interessantes de reflexão sobre a natureza da ciência.

Diante do exposto, este artigo procura responder a seguinte questão: como a compreensão dos mitos, que envolvem a história de Galileu Galilei, pode contribuir para o ensino de ciências?

## 2 DESENVOLVIMENTO

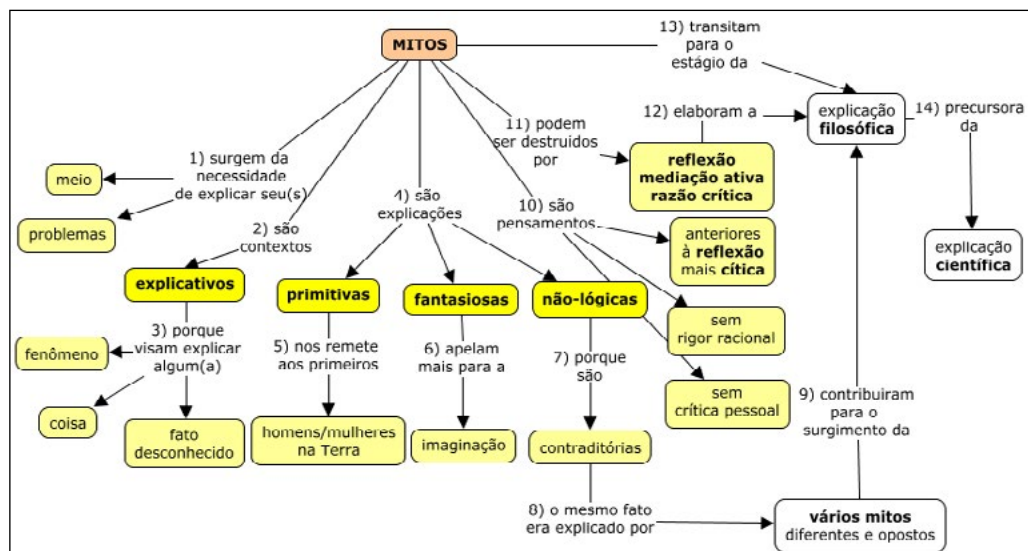
### a) O que é mito, afinal?

O mito é uma narrativa repleta de sacralidade e segredo que atende aos temores do ser humano ao explicar o mundo da natureza hostil, os fenômenos naturais, proporcionando sentido ao que é desconhecido, quase sempre com oportunidade de unir homens e deuses (LEONHARDT, 2009).

Sabe-se que tanto os *mitos com Criação* quanto os *mitos sem Criação* buscam explicar o *Mundo*, todavia não de uma forma racional (MARTINS, 1994). Segundo o autor, o mito oportuniza imagens, proporcionando emoções.

De acordo com Teles (1979), o mito se caracteriza por explicações primitivas, não lógicas, quase sempre fantasiosas, motivadas pelo contexto físico e humano no qual a coletividade vive. Diante disso, faz-se necessário observar uma representação imagética do mito mostrada na figura 1:

Figura 1 – Mitos



Fonte: autor, com base em Teles (1979) e Martins (1994)

Percebe-se que pela necessidade de explicar alguma coisa, algum fenômeno ou o próprio meio, o mito relata de que maneira algo foi gerado (ELIADE, 1991). Portanto, o mito constitui uma narrativa acerca da origem de algo, cujo objetivo é saber de onde surgiram as coisas e os homens, bem como compreender e se situar no Universo (MARTINS, 1994). Observa-se, assim, um caráter explicativo que apela muito mais para a imaginação (fantasioso) e o aspecto contraditório de cada explicação (não lógica) (TELES, 1979). Por isso, o mito tem um caráter polissêmico e, nas diversas culturas pré-modernas, os mitos apresentam um valor explicativo ou, no mínimo, mnemônico (SAGAN, 1996).

Atribui-se aos jônios, especialmente a Tales de Mileto (c. 624 - c. 546 AEC) e Anaximandro (c. 610-546 AEC), figuras precursoras da Filosofia da Natureza, um importante momento de revolução do pensamento sobre o *Mundo* que, nos dias de hoje, denominamos Universo. Iniciou-se um pensamento de que o *Mundo* poderia gozar de explicações racionalmente organizadas pelo pensamento humano, em vez de explicações míticas compreendendo divindades que não pertenciam a este *Mundo*, mas que agiam nele com poderes supranaturais (MATSUURA, 2019). Contudo, não se pode falar em ruptura, nesse período pré-socrático, visto que posteriormente com filósofos de transição, como Platão, ainda se observa resquícios de mitos ao explicar, em sua obra *Timeu*, a criação do *Mundo* por meio dos poderes do *Demiurgo*<sup>2</sup>.

2 Criador imaterial do Universo. A partir do *Caos Primordial* Ele construiu o *Mundo* (MATSUURA, 2019).

## b) Contextualizando Galileu

Nascido em Pisa, no ano de 1564, Galileu Galilei deixa um legado de grandes contribuições ao desenvolvimento da ciência, em especial à mecânica; filho de uma importante família florentina, o cientista pisano falece em 1642 em Arcetri (ZYLBERSZTAJN, 1988).

Uma contribuição significativa para desmitificar a ideia da faixa leitosa galáxia, bem como as explicações dos povos primitivos, foi dada por Galileu Galilei em 1609, pois utilizando telescópio que ele aperfeiçoara, anuncia que a Via láctea era, na realidade, composta de incontáveis estrelas (BYNUM, 2014; GALILEI, 2010), várias não podendo ser observadas a olho nu, corroborando com as ideias de Giordano Bruno (1548-1600) que conjecturava a existência de outros *Mundos*.

As observações realizadas por Galileu foram registradas em obras, destacando-se o escrito *Sidereus Nuncius* (Mensageiro das Estrelas). É nesse livro de 1610 que Galileu registra as observações sobre a Via láctea, sobre os Planetas Mediceus (quatro luas) de Júpiter – que estremecem as bases do sistema geocêntrico puro<sup>3</sup> de Aristóteles (384-322 AEC) – e sobre as montanhas, cavidades e vales na face da Lua – que abalam a concepção aristotélica de *Mundo* supralunar (que vai da Lua em diante) que se fundamentava numa ideia de perfeição dos corpos celestes, apresentando movimentos circulares uniformes – MHC.

Galileu publica, em 1632, o livro *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* (Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo), obra em que discute sobre a trajetória realizada por uma pedra ao ser abandonada do alto do mastro em um barco que se desloca com velocidade constante. Outra obra importante de Galileu é *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze* (Discursos e demonstrações matemáticas sobre duas novas ciências), de 1638, em que o cientista pisano dá uma contribuição original sobre a questão da queda dos corpos ao discutir a célebre experiência do plano inclinado. Essas duas obras foram escritas apresentando conversas envolvendo três personagens, quais sejam: Simplicio (defensor da concepção aristotélica), Salviati (defensor das ideias galileanas), além de Sagredo (sujeito suficientemente culto para presenciar o debate e apontar os bons argumentos) (ZYLBERSZTAJN, 1988).

## c) Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica avançada no portal de periódicos da CAPES<sup>4</sup> para encontrar trabalhos cujo título aparecesse o termo “mito” e, também, o termo “cientista” e/ou “Galileu”. Dois artigos foram encontrados, sendo fundamentais para esse estudo. Fazendo-se a mesma pesquisa na *Scielo*,

---

3 Sistema que defendia que tudo girava em volta da Terra.

4 Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

nenhum artigo foi encontrado. É importante lembrar que “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2008, p. 50). Portanto, segundo Fontana e Pereira (2021), na pesquisa bibliográfica, as fontes já fazem parte do domínio científico.

Com base nos artigos encontrados, dois mitos sobre Galileu se destacaram, pois possibilitam refletir reações aos feitos de Galileu. Tais mitos são: 1) Galileu Galilei inventou o telescópio; 2) Galileu provou a queda simultânea dos corpos lançando uma pena e uma bala de canhão do topo da Torre de Pisa. A apresentação desses mitos será realizada por meio de um quadro cuja análise ocorrerá mediante um diálogo com referencial teórico referente à História e Epistemologia da Ciência.

#### **d) Analisando Resultados**

Várias são as narrativas, contadas sobre Galileu Galilei, que não têm um parecer definitivo, ou seja, um consenso entre os historiadores da ciência, mas é possível se deparar também com muita fantasia quando se menciona o nome desse cientista; alguns mitos, às vezes presentes em livros didáticos (SILVA; LATOSINSKI; MARQUES, 2018), podem ser contemplados no quadro 1.

Quadro 1 – Mitos sobre Galileu Galilei

<b>Mitos</b>	<b>Periódicos</b>	<b>Artigos</b>	<b>Autores</b>
Galileu Galilei inventou o telescópio	Revista de História da Biblioteca Nacional	O mito de Galileu desconstruído	Martins (2010)
Galileu provou a queda simultânea dos corpos lançando uma pena e uma bala de canhão do topo da Torre de Pisa	Revista Brasileira de Ensino de Física	Mitos dos Cientistas e suas Controvérsias	Moura e Canalle (2001)

Fonte: autor.

Galileu foi realmente o inventor do telescópio? Algumas suposições referentes à construção de lunetas mencionam, inicialmente, o nome do inglês Leonard Digges (1520-1559), bem como do italiano Giambattista della Porta (1535-1615). Porém, só em 2 outubro de 1608, que o holandês Hans Lippershey (1570-1619) solicita a patente da luneta, feito repetido semanas depois pelo holandês Jacob Metius (aprox. 1571-1630). Ambos os pedidos negados por não se ter certeza de quem realmente tivera prioridade (MARTINS, 2010). Zacharias Janssen (aprox. 1580-1638) é outro holandês que disputara, nesse período, a invenção da luneta.

Segundo Martins (2010), é somente em junho de 1609 que Galileu passa a saber da invenção holandesa e, por tentativa e erro, constrói, logo em seguida, uma luneta, chamada por ele de *tubo de perspectiva* (*perspicillum* - ver figura 2 e 3) (SILVA; NEVES, 2015, 2018). Portanto, as explicações que conferem a invenção do telescópio a Galileu são míticas (MARTINS, 2010).

Figura 2 – Telescópio<sup>5</sup> original de Galileu com ampliação de 14 vezes.



Fonte: Museo Galileo, Florença/Itália<sup>9</sup>.

Figura 3 – Telescópio<sup>6</sup> original de Galileu com ampliação de 21 vezes.



Fonte: Museo Galileo, Florença/Itália<sup>7</sup>.

É importante destacar, entretanto, que Galileu constrói e aperfeiçoa todos os telescópios que utilizou, possuindo sempre instrumentos, muitas vezes melhores em qualidade, alcance e, inclusive, capacidade de resolução quando comparado a outros observadores dessa época (PEDUZZI, 2015).

---

5 O telescópio original da Galileu, de 1610, é composto por um tubo principal e duas seções menores nas quais a objetiva e a ocular são colocados. O tubo principal, composto por dois tubos semicirculares unidos por um fio de cobre, é coberto com papel. Esta ferramenta pode ampliar objetos 14 vezes e tem um campo de visão de 15'. O príncipe Federico Cesi, fundador da *Accademia dei Lincei*, propôs em 1611 chamar este instrumento de “telescópio” [do grego tele (longe) e scopeo (eu vejo)].

6 O telescópio original da Galileu, do final de 1609 e início de 1610, é composto por um tubo principal nas extremidades do qual são inseridas duas seções separadas que transportam a objetiva e a ocular. O tubo, formado por tiras de madeira unidas umas às outras, é revestido de couro vermelho (que se tornou marrom com o passar do tempo) com decorações douradas. A ocular original perdeu-se e foi substituída no século XIX por uma ocular bicôncava. A ferramenta pode ampliar objetos 21 vezes e tem um campo de visão de 15'.

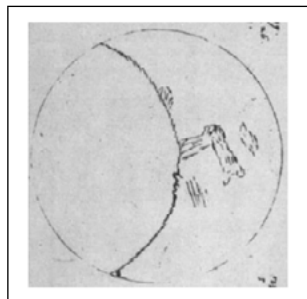
7 Disponível em: <<https://catalogo.museogalileo.it/indice/IndiceAlfabeticoOggetti.html>>. Acesso em: 31/05/2022.

Diante do exposto, pergunta-se: Galileu foi realmente o primeiro a apontar uma luneta para o céu? Não! Esse feito foi realizado primeiro por Thomas Harriot (1560-1621), um matemático inglês que em 26 de julho de 1609 faz desenhos que registram o relevo da Lua, tornando-se o primeiro cartógrafo do nosso satélite natural a perceber que a Lua não era, como se pensava, uma esfera perfeita e totalmente lisa (MARTINS, 2010; MOURA; CANALLE, 2001). Todavia, Moura e Canalle (2001) ressaltam que Harriot não publica suas observações.

Segundo Martins (2010), inicialmente, Galileu se dedica à venda de lunetas e somente depois volta os olhares para o céu, quando faz observações da superfície lunar e registra desenhos no período de 30 de novembro de 1609 até 18 de dezembro deste ano. Portanto, a explicação que aponta Galileu como o primeiro a direcionar uma luneta para o céu é equivocada (MOURA; CANALLE, 2001). Contudo, as observações realizadas por Galileu foram tão revolucionárias que a *Accademia dei Lincei*, fundada em 1603, por intermédio do príncipe Federico Cesi (1585-1630), solicita a inscrição do cientista pisano, que ocorre em 25 de abril de 1611, após a publicação do *Sidereus Nuncius*.

É preciso considerar que Galileu e Harriot, num período muito próximo, observaram coisas bem diferentes, usando lunetas similares, quando voltaram olhares à Lua (NEVES *et al.*, 2010). Harriot faz um desenho da Lua apresentando apenas manchas isentas de significados e, isso, entremostra influências aristotélicas, pois a necessidade de os corpos celestes retratarem esferas perfeitas parece revelar que a ilustração do matemático inglês, apresentada na figura 4, é resultado da observação que se guiou pela teoria (MELO, 2021; NEVES; SILVA, 2010).

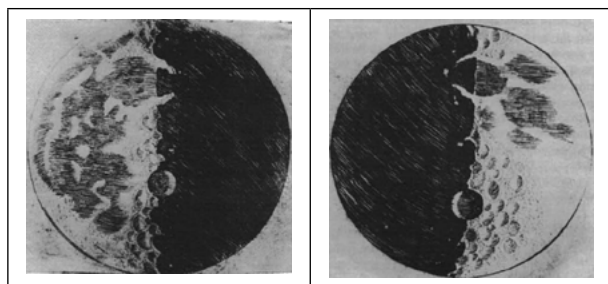
Figura 4 – Primeira Ilustração da Lua de Harriot.



Fonte: Neves e Silva (2010, p.21).



Figura 5 – Ilustrações da Lua de Galileu.

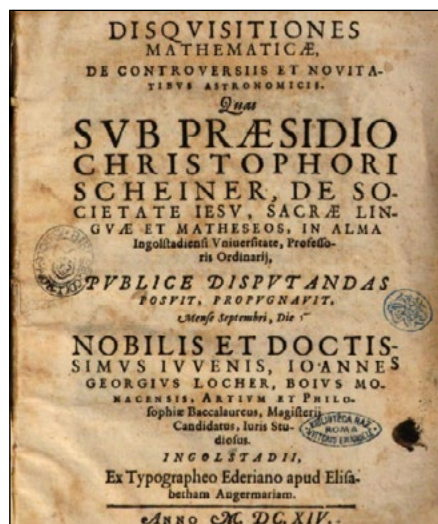


Fonte: Galilei (2010, p. 160-161).

Por outro lado, a figura 5, mostrando representações imagéticas do italiano Galileu, revela que não somente a teoria pode preceder a observação, mas também o conhecimento, a experiência e, inclusive, sua formação cultural (CHALMERS, 1993), pois os desenhos de Galileu revelam uma noção da superfície lunar formada por irregularidades que se manifestam por sombras características da formação de montanhas e crateras. Esses desenhos evidenciam, o quanto Galileu encontrava-se acostumado à perspectiva e habituado ao claro-escuro, uma vez que estudara desenho adquirindo conhecimento durante sua formação influenciada pelo contato com pintores renascentistas na Itália (BRAGA; GUERRA; REIS, 2004).

As interpretações de Galileu influenciaram, inclusive, membros da Companhia de Jesus cujas obras literárias publicadas, após o *Sidereus Nuncius*, passam a apresentar a Lua com crateras que contrariavam a filosofia aristotélica. Entre os trabalhos dos jesuítas, destaca-se a obra de Christoph Scheiner S.J. (1575-1650), em 1614, apresentando a primeira representação esburacada da Lua, impressa, após a de Galileu publicada no *Sidereus*.

Figura 6 – Frontispício da obra de Scheiner SJ.



Fonte: Scheiner, (1614)<sup>8</sup>.

Figura 7 – Página com a Lua esburacada



Fonte: Scheiner, (1614, p. 58).

8 Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=o79bdxmk6JQC&pg=PA1&hl=pt-BR&source=gbs\\_toc\\_r&cad=4#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=o79bdxmk6JQC&pg=PA1&hl=pt-BR&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 01/06/2022.

Além de Scheiner, outro que também apresenta uma Lua imperfeita, com crateras, é o jesuíta Giuseppe Biancani S.J. (1566-1624) na obra *Sphaera Mundi, seu Cosmographia Demonstrativa, ac facili Methodo tradita*<sup>9</sup> de 1620.

Galileu fora amigo de diversos artistas do Renascimento e, entre eles, destacam-se: Domenico Passignano (1559-1638), Sigismondo Coccapani (1585 - 1643) e Lodovico Cardi, o Cigoli (1559 - 1613). Por isso, não é somente na literatura que as observações de Galileu influenciam a criatividade; a primeira Lua com crateras, que se tem registro na história da arte, aparece em 1612 com o pintor italiano Cigoli que, amparado pelas observações telescópicas de Galileu, representou a Lua craterada, bem diferente da iconografia cristã da época que mostrava a Lua lisa, esférica e, portanto, *perfeita*. Esta Lua imperfeita (maculada) está aos pés da Virgem Maria (imaculada), algo incomum para o início do Século XVII, e se encontra na imagem da cúpula da Capela Borghese (Paolina), num afresco na Basílica Papal de Santa Maria Maggiore, em Roma, na Itália (SILVA; NEVES, 2018).

Figura 8 – A Assunção da Virgem de Cigoli



Fonte: Silva e Neves (2018, p. 46).

---

9 Disponível em: [https://books.google.com.br/books?id=pQZfAAAAcAAJ&pg=PP7&hl=pt-BR&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=pQZfAAAAcAAJ&pg=PP7&hl=pt-BR&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 01/06/2022.

Figura 9 – Imagem da cúpula da capela Borghese (Paolina) da Basílica Papal de Santa Maria Maggiore, Roma (Itália). Afresco de 1610-12 com destaque para a Assunção da Virgem de Cigoli



Fonte: Silva e Neves (2018, p. 46).

É importante dizer que a representação da Lua por Cigoli, com suas incômodas crateras, foi recoberta logo após sua consecução, o que provavelmente aconteceu, segundo Silva e Neves (2015), após a condenação do amigo de Cigoli, Galileu Galilei, por heresia em 1633. Os autores ressaltam que essa descoberta artística e científica, da Lua craterada, só é revelada em 1931 após uma restauração realizada na cúpula da citada Capela em Santa Maria Maggiore.

Apesar das observações de Galileu gerarem reações imediatas, no início do século XVII, suas influências não se concentram apenas neste período. Nesse contexto, ao apresentar o telescópio ao Senado de Veneza, na praça de São Marcos, em 1609, Galileu também estimula reações na cultura erudita, após o século XVII, como pode ser observado na pintura de Luigi Sabatelli (1772-1850).

Figura 10 – Galileu Galilei apresenta o telescópio no Senado de Veneza



Fonte: Luigi Sabatelli (1772-1850). Afresco<sup>10</sup>. Florença, Tribuna Galileana<sup>11</sup>.

Além da obra da Sabatelli, podem-se destacar, também, o afresco do italiano Giuseppe Bertini (1825–1898) e a pintura do belga Jean Léon Huens (1921-1982), mostrando, nesta última, dois cardeais recebendo explicações de Galileu sobre suas descobertas telescópicas.

---

10 Disponível em: <[https://es.wikipedia.org/wiki/Tribuna\\_de\\_Galileo](https://es.wikipedia.org/wiki/Tribuna_de_Galileo)>. Acesso em: 30/05/2022.

11 *Tribuna de Galileu* é um edifício neoclássico construído em 1841, em Florença, para homenagear Galileu. O espaço contém alguns afrescos, referentes a Galileu, de pintores como Luigi Sabatelli e Gasparo Martellini e contém, também, instrumentos científicos do cientista italiano.

Figura 11 – Galileo Galilei apresenta o telescópio ao Doge Leonardo Donati (1858)



Fonte: Giuseppe Bertini (1825–1898). Afresco<sup>12</sup>. Biumo di Varese, Villa Ponti.

Figura 12 – Galileu explicando descobertas telescópicas aos cardeais



Fonte: Jean Léon Huens (1921-1982). Pintura<sup>13</sup>.

Na obra de Jean Léon, além de Galileu falar sobre as fases da Lua aos eclesiásticos, encontra-se tentando convencer os clérigos céticos sobre a existência

---

12 Disponível em: < <https://portalegalileo.museogalileo.it/igjr.asp?c=36860>>. Acesso em: 14/06/2022.

13 Disponível em: < <http://www.artnet.com/artists/jean-l%C3%A9on-huens/galileo-PrO5OY-I-YbL0pEDP91P3mw2>>. Acesso em 14/06/2022.

de montanhas na Lua, bem como de que o planeta Júpiter também possuía várias luas (SAGAN, 1980).

Uma placa memorial colocada na torre de São Marcos identifica o local, em Veneza, Itália, onde Galileu apresentou seu telescópio ao *Doge*<sup>14</sup> de Veneza, em 1609.

Figura 13 – Placa memorial apresentando o local onde Galileu demonstrou seu telescópio



Fonte: Campanário de São Marcos<sup>15</sup>

Esta placa relata que “Galileu Galilei com seu telescópio daqui em 21 de agosto de 1609 ampliou os horizontes do homem. No quarto centenário”. A placa memorial, além das obras da Sabatelli, de Bertini e de Huens, nos faz concordar com a fala de Rezende (2019), ao destacar que, mesmo Galileu não sendo o inventor do telescópio, faz desse instrumento, de acordo com alguns dos seus contemporâneos, um “filho” seu.

Assim, é possível perceber o quanto a ideia “Galileu inventou o telescópio” pode ser fortalecida no contato com obras artísticas envolvendo o cientista pisano. Além disso, ao se destacar o telescópio, como instrumento de observação, nessas obras, possibilita-se, também, entremostrear uma imagem empirista de Galileu com a qual teria apresentado um método, fundamentado na observação e no experimento, que serviria à obtenção de conhecimento; o “método científico”, cuja interpretação tradicional, concebe-se como um processo indutivo em que, por meio de observações singulares, pode-se alcançar as generalizações das leis científicas (ZYLBERSZTAJN, 1988).

---

14 Era o dirigente máximo da República de Veneza.

15 Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/plaque-de-galileu-galilei-em-veneza-placa-memorial-no-topo-da-torre-st-marks-campanile-it%C3%A1lia-marcando-o-local-onde-astr%C3%B4nomo-image157499122>. Acesso em: 29/05/2022.

Segundo Zylbersztajn (1988), apesar de, praticamente, não ser defendida por historiadores da ciência, hoje, a versão empirista de Galileu impregnou-se de maneira quase que universal, inclusive, no ensino de Física das universidades.

Isso remete às famosas experiências na Torre de Pisa em que Galileu teria solto, ao mesmo tempo, diversos objetos (inclusive uma pena e uma bala de canhão, observando que alcançariam juntas o solo) para provar a lei referente a queda simultânea dos corpos. Vários historiadores consideram-nas como explicações fantasiosas, pois não existe quase nada que realmente indique que ele tenha realizado tais experimentos (MOURA; CANALLE, 2001).

Por outro lado, Reston Júnior (1994) insinua, na obra biográfica “Galileu, uma vida”, que Galileu teria sim realizado tais experimentos com bolas de chumbo, ouro, cobre, porfírio e ébano, ambas com diferentes pesos e medidas sendo largadas do topo da Torre. Segundo Santos (2002), o objetivo principal de Galileu seria contrapor a hipótese aristotélica de que a velocidade de queda de qualquer corpo seria proporcional a seu peso, pois segundo Galileu, o peso não deveria oferecer influência alguma na velocidade de queda e para comprovar, bastaria soltar do alto da torre alguns corpos com pesos distintos e medir os tempos de queda.

Segundo a lenda, após a realização da experiência, Galileu teria sido aclamado por uma multidão formada por estudantes, professores e, inclusive, filósofos, mas algumas vaidades oriundas de aristotélicos teriam ecoado em função das bolas não atingirem o solo ao mesmo tempo. No vácuo, teria afirmado Galileu, as bolas tocariam o solo ao mesmo tempo (BASSALO, 1999). A figura 14 faz alusão a Galileu, na presença do Grão-Duque, realizando experiências na Torre de Pisa.

Figura 14 – Galileu, na presença do Grão-Duque, realizando experiências na Torre de Pisa. Têmpera na Parede, por Luigi Catani (1762-1840), 1816. (Florença, Palácio Pitti, Bourbon ou Novo Bairro Palatino, sala 15)



Fonte: Bonechi (2008, p. 22).

De acordo com Moura e Canalle (2001), Galileu não registra por escrito essas experiências. Brennan (1998) afirma que Galileu teria feito, na realidade,



experiências com plano inclinado para entender como se movem os objetos e, posteriormente, teria conjecturado o que aconteceria com os corpos em queda livre do alto da Torre de Pisa, mas por meio de uma experiência mental. Como alternativa referente aos experimentos da torre de Pisa, Galilei (1988) descreve detalhadamente seus experimentos de movimentos de corpos, em plano inclinado, em sua obra “Duas Novas Ciências”.

Diante do exposto, a controvérsia, referente as experiências na torre de Pisa, permite, pelo menos, uma certeza, qual seja: é mítica a explicação de que Galileu abandonou uma pena junto à bala de canhão do topo da mencionada Torre para, com isso, comprovar a queda simultânea dos objetos, pois tal feito daria certo somente no vácuo (MOURA; CANALLE, 2001).

Os trabalhos de Neves *et al.* (2008) sinalizam que Galileu, inicialmente, desenvolve estudos teóricos para chegar na lei referente à queda dos corpos, realizando posteriormente o experimento do plano inclinado, mas concluem que, muito provavelmente, Galileu ~~realizou~~ fez esse experimento que possibilitou corroborar tal lei encontrada teoricamente. Por isso, ao se pensar na lei da queda dos corpos, Zylbersztajn (1988) afirma que é praticamente correta a ideia de que Galileu caminha da lei para o experimento e não ao contrário, segundo a tradicional versão empirista, utilizando o experimento de forma indutiva para se chegar às suas conhecidas leis, como se encontra em alguns textos didáticos (SILVEIRA; PEDUZZI, 2006).

Assim, pode-se dizer que Galileu introduziu a experimentação e a matematização para modificar a forma de se fazer ciência, vigorando ainda hoje, com a matemática se articulando aos fenômenos físicos e o experimento (controlado pela matemática) sendo utilizado como parâmetro de veracidade (TEIXEIRA; FREIRE JR, 1999). Segundo os autores, o experimento (controlado pela matemática) foi fundamental para se diferenciar a experiência da simples observação que vigorava na Física Aristotélica.

Dessa forma, Galileu inaugura uma nova atitude científica que pode ser compreendida em duas ações: *primeiro*, Galileu simplifica o real o idealizando para matematizá-lo. Considere uma balança real e uma balança imaginária (construto mental que Galileu, intencionalmente poupa de sua complexidade material; objeto científico idealizado de uma nova ciência), mas Galileu apresenta um desenho de uma balança idealizada (não representa a balança real e não é, também, uma cópia exata da balança imaginária) formada por linhas matemáticas apoiadas em pontos que vislumbram comunicar a balança mentalmente construída. Claro, além da balança, vários outros objetos podem ser simplificados para serem matematizados e, assim, teremos: cordas sem massa (sem distenderem), planos e roldanas livres de atrito, barras representadas por linhas, entre outros (MEDEIROS; MEDEIROS, 2001).

É importante destacar a formação matemática de Galileu, influenciada por jesuítas como Christopher Clavius (1537-1612), e ressaltar que as matemáticas eram vistas como conhecimentos inferiores na universidade, mas nas Cortes, como a dos

Médici em Florença, contexto vivenciado por Galileu que fora inclusive tutor de Cosme II de Médici, as matemáticas eram importantes para os interesses militares, de distribuição de água, além de outros (VILLAMIL; ALVIM, 2016).

Aproveitando-se dessa atmosfera, para fazer ciência, Galileu simplifica os objetos da realidade construindo novos objetos mentais que podem ser manipuláveis, ou seja, para entender a realidade, Galileu a falsifica e, de certa forma, afasta-se da mesma. Diante disso, surge a *segunda* ação: o experimento passa a ser o elemento fundamental para se retornar à realidade, pois torna-se uma forma de se conseguir na prática, utilizando objetos reais, resultados que se esperam de objetos ideais (MEDEIROS; MEDEIROS, 2001). Diante disso, possibilita-se pensar, contrariamente ao credo empirista, caracterizando-se Galileu, agora, como um personagem da ciência que não acredita nas observações que já não fossem verificadas teoricamente (ZYLBERSZTAJN, 1988).

### **e) Desdobramentos da análise: contribuições para o ensino de ciências**

Refletir sobre mitos a respeito de Galileu representa, assim, um ponto de partida para se levar a História da Ciência às aulas de ciências, que pode ocorrer com a utilização de pesquisas bibliográficas e/ou leituras, possibilitando, com isso, aproximações de aspectos da produção científica ao ensino de ciências (CASTRO, 2016). As obras de Giuseppe Bertini, Jean Léon Huens e de Luigi Catani, por exemplo, podem contribuir para se discutir o mito de que “Galileu inventou o telescópio” e, além disso, possibilitar reflexões sobre a perspectiva, apresentada pela pintura renascentista, utilizada para mostrar a física da era moderna, em especial, aquela elaborada com contribuições de Galileu e Newton (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006).

Sabe-se que antes do período renascentista, as pinturas representavam um céu predominantemente dourado, que não apresentava continuidade com a Terra, simbolizando o sagrado e perfeito mundo supralunar da cosmologia antiga e medieval. Portanto, resgatar informações históricas da relação arte-ciência no ensino de ciências, oportunizaria condições para perceber o quanto a arte ajudou a ciência no direcionamento de novos caminhos (REIS; GUERRA; BRAGA, 2006).

Sobre isso, retomando-se os construtos pictóricos da Lua de Galileu que, diferentemente de Harriot, possuía conhecimentos de perspectiva – inventada na pintura renascentista – para enveredar à relação arte-ciência, pode-se pensar a arte como possível caminho à educação científica cuja produção, em sala de aula, possibilite refletir sobre os limites da observação em ciência, principalmente a relação entre observação e teoria, oportunizando no ensino de ciências perceber que a observação científica não se caracteriza como objetiva e neutra (CACHAPUZ, 2014). Refletir a relação (observação e teoria) pode ser fundamental para se discutir sobre a versão empirista de Galileu que, segundo Zylbersztajn (1988), foi adotada nas produções de livros-texto e nos planejamentos do ensino de Física e, ainda persiste em salas de aula.

Ao observar as diversas manifestações artísticas que surgiram, envolvendo Galileu, algumas intimamente ligadas a mitos e/ou controvérsias, pode-se pensar a arte, não como simples instrumento para se chegar a determinados objetivos do ensino de ciências. Muitas vezes, o professor, recorre a arte apenas com o propósito de atrair a atenção do aluno, procurando na pintura, por exemplo, as questões para serem trabalhadas em sala de aula. Vislumbra-se, no entanto, considerar os aspectos da arte numa perspectiva mais envolvente e rica, ou seja, como aliada no ensino de ciências (FERREIRA, 2012). Sobre isso, para o autor citado, a inserção da arte como aliada do ensino de ciências pressupõe um planejamento de ações, de médio e longo prazo, que coloquem, de maneira equilibrada, a arte no mesmo nível da ciência, no que se refere a obtenção do conhecimento.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para tecer considerações finais neste artigo, faz-se necessário resgatar a questão que direciona esse estudo, qual seja: como a compreensão dos mitos, que envolvem a história de Galileu Galilei, pode contribuir para o ensino de ciências?

Inicialmente, é importante ressaltar que entre os mitos envolvendo Galileu, pode-se destacar, por exemplo, a sua grande influência no imaginário popular e, inclusive, a frequência com que aparece em jornais<sup>16</sup>, a partir da narrativa de que “Galileu inventou o telescópio”. Parece claro que não inventou, mas popularizou a tal ponto de fortalecer outra narrativa, a de que “Galileu foi o primeiro a apontar o telescópio para o céu”. Claro que, diferentemente de Harriot, as observações e interpretações de Galileu desmontam a perfeição de *Mundo* defendida pelos antigos e medievais e isso parece repercutir, de certa forma, ainda hoje, para além do Velho Continente.

Percebe-se, assim, que se o avanço da ciência tem oportunizado explicações com um rigor racional, exigindo reflexões críticas sobre fatos, fenômenos e acontecimentos. Isso não implica no desaparecimento de mitos cuja natureza pode estar em livros didáticos, de divulgação científica, nos professores com lacunas em suas formações e, inclusive, em meios midiáticos como os jornais.

A discussão de mitos, como esses, no ensino de ciências, é fundamental para se resgatar a História de Galileu e, provavelmente, represente um bom caminho para se conhecer Hans Lippershey e Thomas Harriot – personagens importantes no contexto da revolução científica. No entanto, exige-se uma maior valorização da História e Filosofia da Ciência - HFC e, conseqüentemente, sinaliza que autores de

---

16 Disponível em: < <http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=886440&pesq=%22Galileu%22%20+%20Incenso&pagfis=35382>>. Em: < <http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=885959&pesq=%22Galileu%20Galilei%22&pagfis=168959>>. Em: < [http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=153931\\_04&pasta=ano%20199&pesq=%22Galileu%20Galilei%22&pagfis=63369](http://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=153931_04&pasta=ano%20199&pesq=%22Galileu%20Galilei%22&pagfis=63369)>. Em: < [http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=154083\\_05&pesq=%22Galileu%20Galilei%22%20+%20Eppur&pasta=ano%20199&hcf=memoria.bn.br&pagfis=15988](http://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=154083_05&pesq=%22Galileu%20Galilei%22%20+%20Eppur&pasta=ano%20199&hcf=memoria.bn.br&pagfis=15988)>. Acesso em: 17 fev. 22.

livros didáticos poderiam deixar mais evidentes as narrativas que são, na realidade, explicações míticas. Soma-se a isso a necessidade dos cursos universitários, que formam professores para a educação científica, oportunizarem reflexões referentes à HFC. Isso pode contribuir para um ensino de ciências contextualizado, encharcado na realidade.

Refletir sobre mitos relacionados a Galileu revelou uma possibilidade singular para se perceber a relação da ciência com outras áreas de conhecimento, destacando-se sua articulação com a arte. Isso fica evidente não somente pela influência dos feitos de Galileu no trabalho de pintores europeus, mas também pela interpretação de suas observações lunares que revelavam um cientista impregnado pela arte; ou seria um artista que fazia ciência?

As observações de Galileu parecem fundamentais para se discutir a epistemologia popperiana, pois o astrônomo italiano vai muito além da simples observação de uma Lua craterada, ele falsifica a teoria que defendia um mundo supralunar perfeito. Metaforicamente, Galileu “coloca água no éter”!

Discutir o mito da “queda simultânea dos corpos lançados do topo da Torre de Pisa” pode representar uma possibilidade formidável para se refletir outros mitos relacionados às atividades práticas no ensino de ciências. Inclusive, refletir sobre aulas de laboratórios que passam uma ideia de que os experimentos servem para provar teorias.

Portanto, compreender os mitos que envolvem cientistas, como Galileu, representa uma possibilidade de entender a ciência, para além da dimensão conceitual, valorizando-se conteúdos epistemológicos, atitudinais e procedimentais. Assim, pode-se dizer que discutir esses e outros mitos, relacionados à ciência e aos cientistas, contribui para a promoção da alfabetização científica no ensino de ciências.

## REFERÊNCIAS

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTC: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. In: LÓPES, A. B.; PEINADO, V-B.; LÓPES, M. J.; RUZ, M. T. P. (Org.). **Las Relaciones CTS en la Educación Científica**. Málaga: Editora da universidade de Málaga, v. único, p. 01-07, 2006.

BASSALO, J. M. F. As Leis do Pêndulo, as da Queda Livre e a Composição de Velocidades de Galileu. In: **Seara da Ciência, curiosidades da Física**, UFC, 1999. Recuperado de <https://seara.ufc.br/wp-content/uploads/2019/03/folclore108.pdf>

BASSOLI, F. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

BONECHI, S. **Mi fan patir costoro il grande stento...** Biografia in breve di Galileo Galilei. Firenze: Istituto e Museo di Storia della Scienza, 2008.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. **Breve História da Ciência Moderna**, volume 2: das máquinas do mundo ao universo-máquina. Rio de Janeiro. Jorge Zahar Ed. 2004.

BRENNAN, R. **Gigantes da Física** – Uma história da física moderna através de oito biografias, Jorge Zahar Editor, 1998.

BYNUM, W. **Uma breve história da ciência**. L&PM Editores, 2014.

CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência no ensino de ciências. **Interacções**, n. 31, p. 95-106. 2014.

CASTRO, R. S de. Investigando as contribuições da Epistemologia e da História da Ciência no Ensino das Ciências: de volta ao passado. In: GATTI, S. R. T.; NARDI, R. (Org). **A História e a Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências**: A pesquisa e suas contribuições para a prática pedagógica em sala de aula. São Paulo: Escrituras, p. 199-230, 2016.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência, afinal?** 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1993.

ELIADE, M. **Mito e Realidade**. São Paulo: Perspectiva, Coleção Debates, 1991.

FONTANA, F.; PEREIRA, A. C. T. Pesquisa documental. In: JÚNIOR, C. A. de. O. M.; BATISTA, M.C. (Orgs.). **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. Maringá: Gráfica e Editora Massoni, p. 50-69, 2021.

FERREIRA, F. C. Arte: aliada ou instrument no Ensino de ciências? **Revista Arredia**, Dourados, MS, Editora UFGD, v.1, n.1, p. 1-12, 2012.

GALILEI, G. **Dois novas ciências**. Trad. de L. Mariconda e P. R. Mariconda. São Paulo: Nova Stella / Instituto Italiano di Cultura, 1985 – 2ª edição, 1988.

GALILEI, G. **Sidereus Nuncius**: o mensageiro das estrelas. 3ª Ed. Tradução, Estudo e Notas por Henrique Leitão. Lisboa: Edição da Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

GALIAZZI, M. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 326-331. 2004.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LEONHARDT, R. R. **Noções de história do pensamento filosófico**: Antiguidade e Idade Média. Guarapuava: Ed. da UNICENTRO, 2009.

MARTINS, R. de A. O mito de Galileu desconstruído. **Revista de História da Biblioteca Nacional**, v. 5, número especial de História da Ciência 1, p. 24-27, 2010.

MARTINS, R. de A. **O universo**: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Editora Moderna, 1994.

MATSUURA, O. T. **Timeu**: a cosmologia de Platão. São Paulo: 2019.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2001.

MELO, M. G. de A.; HEERDT, B. Luz, Câmera, Alfabetização Científica! Compreendendo o protagonismo de Marie Curie pela obra cinematográfica Radioactive. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. 1674-1699, 2021.

MELO, M. G. de A. Luz, câmera, alfabetização científica! Possibilidades epistemológicas no antagonismo ciência-pseudociência da série Cosmos de Carl Sagan. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 17, n. 38, p. 173-190, 2021.

MOURA, R.; CANALLE, J. B. G. Mitos dos Cientistas e suas Controvérsias. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, p. 238-251, 2001.

NEVES, M. C. D., BATISTA, J. M., COSTA, J. R., GOMES, L. C., BATISTA, M. C., FUSINATO, P. A., ALMEIDA, F. R., SILVA, R. G. R., SAVI, A. A., PEREIRA, R. F. Galileu fez o experimento do plano inclinado? **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 1, p. 226-242. 2008.

NEVES, M. C. D.; SILVA, J. A. P.; FUSINATO, P. A.; PEREIRA, R. F. **Da Terra, da Lua e além**. 2 ed. Maringá: Massoni, 2010.

NEVES, M.C.D.; SILVA, J.A.P. da. **Da lua pós-copernicana: a relação ciência-arte de Galileu e Cigoli no Renascimento**. Maringá, Eduem, 2010.

PEDUZZI, L. O. Q. **Força e movimento: de Thales a Galileu**. Publicação interna. Florianópolis: Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015 (revisado em julho de 2019). 197 p.

REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M.: Ciência e arte: relações improváveis? **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 13, (suplemento), p. 71-87, outubro 2006.

RESTON JÚNIOR, J. **Galileu, uma vida**. Editora José Olympio, 1994.

REZENDE, C. N. de. Notas sobre os instrumentos científicos em Galileu. **Revista de Filosofia Moderna e Contemporânea**. Brasília, v. 7, n. 2, p. 17-41, 2019.

ROSA, C. A. de P. **História da ciência: a ciência moderna**. 2 ed. Brasília: FUNAG, 2012.

SAGAN, C. **Cosmos**. Edicions Universitat Barcelona, 1980.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios: A ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SANTOS, C. A. **Experimentos de Galileu**. Texto revisado em outubro, 2002. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/historia/galileu.html>

SILVA, J. A. P da; NEVES, M. C. D. As representações da Lua: dos povos sem escrita à Cigoli-Galileu. In: SILVA, J. A. P; NARDI, R; NEVES, M. C. D. (org.). **Arte e Ciência na Lua: Percursos na interdisciplinaridade**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2018. p. 23-53.

SILVA, J. A. P da; NEVES, M. C. D. **O Codex Cigoli-Galileo**: Ciência, Arte e religião num enigma copernicano. Maringá: Eduem, 2015.

SILVA, B. G. da; LATOSINSKI, E. da S.; MARQUES, N. L. R. Pseudo-Histórias nos Livros Didáticos de Física: Arquimedes e Newton. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 389-402, 2018.

SILVEIRA, F. L. da; PEDUZZI, L. O. de Q. Três episódios de descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história. **Caderno catarinense de ensino de física**. Vol. 23, n. 1 (abr. 2006), p. 27-55, 2006.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., O. A Ciência Galileana: uma ilustre desconhecida. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 35-42, 1999.

TELES, A. X. **Introdução ao estudo da Filosofia**. 16 ed. São Paulo: Ática 1979.

VILLAMIL, M. B.; ALVIM, M. H. O contexto cultural de Galileu e os agentes imersos na legitimação de sua profissão como filósofo-matemático. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 9, n. 1, p. 85-96. 2016.

ZYLBERSZTAJN, A. Galileu – um cientista e várias versões. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, n. 5 (número especial), p. 36-48. 1988.