



ALEXANDRIA

ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

A Exemplificação da Não Neutralidade da Observação Científica por meio dos Desenhos Lunares Retratados no Século XVII

The Exemplification of the Non-neutrality of Scientific Observation Through the Lunar Drawings Portrayed in the Seventeenth Century

Letícia Jorge^a; Luiz O. Q. Peduzzi^a

^a Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil – leticiajorgeifsc@gmail.com, luiz.peduzzi@ufsc.br

Palavras-chave:

Imagens. Lua.
História e filosofia da ciência.
Observação científica.
Formação docente.

Resumo: Ilustra-se um aspecto da natureza da ciência (ndc) por meio de um episódio histórico da ciência retratado em imagens, com intuito de ressaltar que, tanto questões teóricas quanto técnicas exercem influência no modo de produção do conhecimento. Em um primeiro momento, enfatiza-se a não neutralidade da observação ao se evidenciar a influência que teorias e técnicas artísticas relativas à perspectiva e ao *chiaroscuro* exerceram sob a maneira como Thomas Harriot, Galileo Galilei e Lodovico Cardi representaram a superfície lunar. Por fim, pondera-se sobre a potencialidade dessa análise para incrementar a educação científica ao se destacar a importância das imagens na compreensão e na construção histórica do conhecimento.

Keywords:

Images. Moon.
History and philosophy of Science.
Scientific observation.
Teacher's training.

Abstract: One aspect of the nature of science (nos) is illustrated through one historical episode of science depicted in images, in order to emphasize that both theoretical and technical questions exert influence on the mode of knowledge production. At first, the non-neutrality of the observation is emphasized as evidencing the influence that the theories and artistic techniques related to the perspective and the *chiaroscuro* exerted under the way Thomas Harriot, Galileo Galilei and Lodovico Cardi represented the lunar surface. Finally, it is considered the potential of this analysis to increase scientific education by highlighting the importance of images in the understanding and historical construction of knowledge.



Esta obra foi licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Introdução

Muito se tem discutido a respeito da natureza da ciência (ndc) como sendo uma componente importante da educação científica e de como as concepções sobre a construção do conhecimento científico, tanto por alunos quanto por professores (ABD-EL-KHALICK et al., 2000; MOREIRA et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2009; CHINELLI et al., 2010; HÖTTECKE et al., 2010; MASSONI et al., 2014; MARTINS, 2015) e também pelo livro didático (PEDUZZI, 2005; FORATO et al., 2011; RAICIK; PEDUZZI, 2013), estão influenciando as atividades educacionais (SILVA et al., 2012; VILAS BOAS et al., 2013; ACEVEDO DÍAZ et al., 2016). Tais estudos reconhecem a importância de compreender a ndc como um corpo de conhecimentos historicamente construído, imerso no contexto cultural de cada época.

Mediante a um saber multifacetado e contextualizado historicamente, torna-se notória a existência de conceitos e definições que envolvem o termo natureza da ciência. Abd-El-Khalick e Lederman (2000) descrevem, cronologicamente, que o conceito – ndc – sofreu diversas mudanças ao longo dos últimos 100 anos. Os autores relatam, ainda, que entre o período de 1900 e 1960, aproximadamente, a preocupação da ndc tinha como cerne as lógicas normativas para justificar as afirmações científicas e a compreensão “do método científico”. A partir de 1960 a 1970, concepções sociológicas, psicológicas e culturais foram invocadas nas tentativas de descrever o trabalho científico. De 1970 até 1980, a ênfase foi dada à conciliação entre as descrições da ciência com a prática científica. O conhecimento científico, neste período, foi caracterizado como provisório, coletivo, humanístico, histórico e empírico (entre outras características). Entre 1980 e 1990, têm-se indicativos do aparecimento de fatores psicológicos nas definições da natureza da ciência. A partir de 1990 a ndc passou a incorporar, principalmente, elementos gerais da filosofia, psicologia, sociologia e história das ciências, dentre outros.

Com base no exposto, torna-se compreensível que filósofos, historiadores e sociólogos da ciência apresentem desacordos quanto a definições específicas da ndc (COLAGRANDE, 2016). Alguns autores (PUMFREY, 1991; GIL PÉREZ et al., 2001), por exemplo, advogam a favor da ideia de que se deve procurar discutir com alunos e professores um conjunto de aspectos ditos “consensuais” acerca da ndc, no qual se listam princípios claros e objetivos sobre como ocorre a construção do conhecimento científico; como o fato de não existir um único e hegemônico método universal (o método científico), de que teorias científicas não são definitivas, irrevogáveis nem elaboradas unicamente a partir do experimento, de que a ciência é uma atividade humana influenciada pelo contexto sociocultural de cada época, etc. (MOURA, 2014; PEDUZZI; RAICIK, 2016).

Por outro lado, há pesquisadores (EFLIN et al.; 1999; IRZIK; NOLA, 2011) que criticam essa ideia “consensual” da ndc por mostrar-se restrita e limitada, uma vez que a ciência envolve atividades ricas e dinâmicas que dificilmente poderiam ser descritas sob o pretexto de um conjunto estático de regras ou aspectos. Para esses autores, a concepção mais adequada para a ndc seria a de *family resemblance* (semelhança familiar), na qual se agrupam as similaridades das áreas da ciência em categorias (atividades; objetivos e valores; metodologias e regras metodológicas; e produtos), “[...] como se fossem traços característicos de uma mesma família” (MOURA, 2014, p. 35). Entretanto, a concepção de “semelhança familiar” acaba apresentando um caráter muito amplo e aberto da ciência e de sua construção.

Verifica-se, assim, que a natureza do conhecimento científico é multifacetada (COLAGRANDE et al., 2015) e que o saber sobre a ciência se estende para além do entendimento de conteúdos científicos, pois contempla pressupostos, voluptuosas fantasias, limites de validade, influências contextuais; possibilita, ainda, o exercício do senso de reflexão e criticidade.

Acredita-se [...] que seu estudo [o da ndc] promove uma abrangência no olhar sobre o desenvolvimento e funcionamento da ciência, desmistificando a ideia de que ela é infalível e linear, além de evidenciar todo o contexto histórico no qual vem sendo concebida. Esse fato pode colaborar efetivamente no preparo e formação de futuros professores, no sentido de fornecer subsídios para promover tal situação (COLAGRANDE, 2016, p. 30).

Para que concepções *de e sobre* ciência – precipuamente, as mantidas pelo professor e refletidas em sua práxis (GIL PÉREZ et al., 2001; MOREIRA et al.; VITAL; GUERRA, 2014; 2016) – tornem-se mais condizentes com as reflexões filosóficas contemporâneas, deve-se procurar criar espaços (BRASIL, 2002; 2016) para oportunizar discussões sobre o trabalho científico e sobre a natureza deste conhecimento. Sendo assim, no presente artigo, opta-se por trabalhar com aspectos “consensuais” da ndc (PUMFREY, 1991; GIL PÉREZ et al., 2001; PEDUZZI; RAICIK, 2016).

Ademais, dentre os diversos âmbitos e cenários, evidencia-se que as relações entre arte e ciência podem auxiliar para a compreensão do processo de construção histórica do conhecimento científico (ZANETIC, 2006; ALCANTARA; JARDIM, 2014). A contemporaneidade exige uma perspectiva de articulação de diferentes saberes e embora a integração de conhecimentos científicos e tecnológicos aos conhecimentos artísticos (REIS, et al., 2006; ZANETIC, 2006; BARBOSA-LIMA et al., 2007; CACHAPUZ, 2014; JESUS; SANTO, 2015; MELLO; ALMEIDA, 2017; FERNANDES et al., 2017) tenha se estendido a espaços escolares, acadêmicos e culturais, ainda, é pouco sua valorização na educação. Daí a relevância de se discutir tais questões na referente pesquisa.

Posto isso, utiliza-se a história e filosofia da ciência (HFC) (MEDINA; BRAGA, 2010; SENRA; BRAGA, 2013; COLAGRANDE et al., 2015; GROTO; MARTINS, 2015;

MARTINS, 2015; VITAL; GUERRA, 2014; 2016) como meio para se trabalhar o aspecto consensual da ndc correspondente à não neutralidade na observação – cuja escolha foi inspirada nas sete visões deformadas da ciência elencadas por Gil Pérez et al. (2001) – através de imagens. Sem ignorar uma multiplicidade de sentidos (AUMONT, 1993) – sendo que por si só a imagem é um vastíssimo e fecundo assunto tanto quanto discutir ciência –, aqui tão somente se defenderá a ideia de que a imagem se relaciona “[...] a enunciados ideológicos, culturais, em todo caso simbólicos [– construídos por sujeitos que se estabelecem historicamente –], sem os quais ela não tem sentido” (AUMONT, 1993, p. 248).

Quanto ao uso de imagens no ensino, Colagrande et al. (2015, p. 9) têm ponderado que “[...] é uma prática que tem sido discutida e utilizada no ensino de diferentes áreas do conhecimento [...]”. Há relatos, notadamente, no ensino de ciências, “[...] que mostram o uso de imagens para ensinar conceitos [...] e não para resgatar concepções sobre ciência [...]”. Algo instigante, ao se pensar que uma educação científica e cultural mais adequada pode trazer contribuições inestimáveis para a formação de cidadãos mais flexíveis, críticos, ativos e em maior sintonia com questões inerentes à sociedade (POSTMAN, 1994; BAZZO, et al., 2016).

Sendo assim, neste artigo, propõe-se ilustrar a não neutralidade na observação através de um breve e seletivo episódio histórico da ciência retratado em imagens. Isto, com intuito de ressaltar que tanto questões teóricas (sejam elas relativas às ideias apriorísticas, aos pressupostos e às convicções teóricas; ou derivadas de ensinamentos, de estudos e etc.) quanto técnicas (provenientes de práticas e procedimentos artísticos, científicos ou etc.) exercem influência no modo de produção do conhecimento.

Diante disso, enfatiza-se a não neutralidade da observação ao se evidenciar a influência que teorias e técnicas artísticas, relacionadas à perspectiva e ao *chiaroscuro*, exercem sob a maneira como se vê¹ a Lua, retratada pictoricamente no século XVII por Thomas Harriot, por Galileo Galilei e por Lodovico Cardi. Por fim, pondera-se que tais conteúdos podem ser apresentados como meio para se incrementar a educação científica, enriquecida pelas suas relações com a arte, ao se destacar a importância das imagens na compreensão e na construção histórica de conhecimentos.

Harriot, Galileo, Cigoli e os desenhos lunares: uma contra exemplificação da visão de neutralidade da observação científica

Partindo de estudos históricos do desenvolvimento científico, sabe-se que os cientistas em seu trabalho são condicionados por influências exercidas por aspectos relacionados a

¹Ao conceito “ver” é atribuído o significado de saber ver.

valores culturais, étnicos, sociais, econômicos, políticos, as subjetividades, especificidades, expectativas, aos interesses, ao contexto histórico no qual se encontram envolvidos, dentre tantos outros.

Na história da física, encontram-se episódios que demonstram, inequivocamente, tal realidade. A título de exemplo, pode-se citar o caso de Harriot, Galileo e Cigoli que ao observarem o mesmo objeto – a Lua – realizaram leituras distintas, devido a não terem tido percepção da mesma coisa. O ato de observar e interpretar difere de observador para observador, pois a “[...] atenção detém-se, naturalmente, em objetos e acontecimentos que, em razão de [...] interesses seletivos, dominam o campo visual” (HANSON, 1979, p. 135).

Pensar em uma ciência construída a partir do pressuposto de que há neutralidade na observação, sob uma “*concepção empírico-indutivista e atórica*” (Gil Pérez et al., 2001) não influenciável por ideias apriorísticas, pressupõe o empreendimento científico como algo além da realidade humana, desvinculada de interesses e fatores externos e não condizente com reflexões filosóficas contemporâneas. Por conta disso, procura-se descrever brevemente um contra exemplo – centrado na observação e ilustração imagética da Lua de Harriot, Galileo e Cigoli – deste tipo de visão de ciência.

Nos dois anos que antecederam o nascimento de Galileo Galilei (1564-1642), Giorgio Vasari (1511-1574), o “primeiro historiador de arte”, fundou a *Accademia del Disegno* (Academia de Desenho ou Design) em Florença. Tinha-se como intento criar uma organização ou um espaço onde pintores, escultores e arquitetos pudessem se reunir não como meros artesãos, mas como intelectuais, conversando sobre as tendências contemporâneas da filosofia, literatura e ciências. Vasari queria estabelecer um centro onde os artistas pudessem se manter atualizados sobre geometria e anatomia – as ciências que acreditava serem essenciais para a prática das artes visuais (EDGERTON, 2006). Sob a geometria, ele enfatizou especialmente o estudo da perspectiva^{2,3}, cuja técnica funciona como o efeito e o suporte para ver as imagens tridimensionais (FLORES, 2007), e do *chiaroscuro*^{4, 5} (claro-escuro), uma técnica artística que envolve luzes e sombras fortemente contrastantes na representação de objetos (PRETTE, 2008). Contudo, para que as pretensões de Vasari alcançassem maior êxito, seria necessário “contratar” um professor de geometria qualificado para poder ensinar tais conceitos, definições e técnicas a artistas-membros menos preparados.

²Dada a extensividade, variabilidade e complexidade de informações que circunscrevem a temática, parte-se do pressuposto, debatido no trabalho de Flores (2007), de que a teoria e a técnica da perspectiva moldam o olhar.

³Cf. Flores (2007).

⁴A teoria e a técnica do *chiaroscuro*, bem como as da perspectiva, também são bastante abrangentes; por conta disso, suas discussões respaldam-se na hipótese, fundamentada por Baxandall (1997), de que o papel das sombras na representação que se tem das formas e os significados diversos que elas podem assumir influenciam a percepção.

⁵ Cf. Baxandall (1997).

Ao perpassar dos anos, e algum tempo após o falecimento de Giorgio Vasari, a Accademia passou a necessitar de outro docente cujo pré-requisito para sua admissão, ainda, envolvia ter um domínio considerável acerca da geometria.

Em 1588, Galileo, “[...] grande físico e astrônomo que tinha crescido em um ambiente mais humanístico e artístico do que científico” (PANOFSKY, 1954, p. 4) – dado que seu pai, Vincenzo Galilei (1520-1591), era “[...] um talentoso lutenista e professor de música [...]” (DRAKE, 2003, p. 1) –, aos 24 anos, considerou-se suficientemente apto na arte-ciência do *disegno* para se candidatar a posição de professor. Embora não haja registro de que lhe foi oferecido o cargo, talvez tenha sido durante este período, na *Accademia del Disegno*, que o jovem aspirante a docente iniciou a sua amizade, ao longo da vida, com o pintor Lodovico Cardi, também conhecido como Cigoli (1559-1613). Sênior de Galileo por cinco anos, Cigoli permaneceu devotado a ele durante toda a sua vida e escreveu-lhe inúmeras cartas (PANOFSKY, 1954).

Em 1612, Cigoli se viu envolto em um daqueles intermináveis debates renascentistas sobre os quais se discutia acerca de qual das artes era superior, a pintura ou a escultura (EDGERTON, 2006). Logo, não tardou a pedir apoio a seu inestimável amigo, para que lhe fornecesse possíveis argumentos contra aqueles que afirmavam que a escultura era superior à pintura. Em resposta a uma das cartas direcionadas à Cigoli, datada de 26 de junho de 1612, Galileo expõe considerações:

É tão falso que a escultura seja mais admirável que a pintura, pela razão daquela ter relevo e esta não [...]. Entende-se por pintura aquela capacidade de imitar a natureza com o claro e com o escuro [*chioscuro*]. Ora, as esculturas terão tanto relevo quanto sejam tingidas de claro em uma parte e numa outra de escuro [...]. Não tem a estátua relevo por ser larga, longa e profunda, mas por ser aqui clara e ali escura. E advirta-se, como prova disto, que, das três dimensões, só duas estão submetidas ao olho, isto é, comprimento e largura [...], porque, das coisas que aparecem e se veem, não se vê outra coisa senão a superfície, e a profundidade não pode ser abarcada pelo olho [...]. Não sendo pois a profundidade exposta à vista, não poderemos abarcar de uma estátua nada além do comprimento e da largura; donde ser manifesto que não vejamos dela senão a superfície, que outra coisa não é senão largura e comprimento, sem profundidade. [...] E tudo isto está na pintura não menos que na escultura [...]; porém, o claro e o escuro são dados com propriedade à escultura pela natureza, e à pintura pela arte [...] (NASCIMENTO, 1981, p. 75-77).

A preferência de Galileo pela pintura respalda-se no fundamento de que ela é uma arte de ilusão e, portanto, de habilidade; uma vez que, em dadas circunstâncias, é pensada sob as teorias e as técnicas da perspectiva e do *chiaroscuro*. A pintura, nesses casos, acaba exigindo uma capacidade de tradução de três dimensões para duas, enquanto a escultura é meramente literal. Ademais, para Galileo não é o escultor que fornece tridimensionalidade à sua “criação”, mas o simples jogo de luz sobre a forma (WARWICK, 2014).

No final do século XVI o estudo da perspectiva linear e do *chiaroscuro*, em particular, teve grande repercussão. Diversos trabalhos sobre a temática foram impressos. Guidobaldo del Monte (1545-1607) deu um tratamento, essencialmente, geométrico à perspectiva em sua

obra *Perspectivae libri sex*, publicada em 1600. Ele incorporou uma seção sobre sombras projetadas em objetos que, certamente, teria sido estudada por Galileo. Como perspectivista Galileo deveria estar familiarizado com *La pratica della prospettiva* de Daniel Barbaro (1513-1570), publicada em várias edições em Veneza no final da década de 1560, cuja obra era frequentemente consultada por membros da *Accademia*. Nesse livro, Barbaro oferece uma série difícil de exercícios relacionados a desenhos, como por exemplo: desenhar esferas com protuberâncias elevadas e acomodar luz e sombras sobre essas superfícies irregulares e curvas. Caso Galileo não tenha tomado consciência acerca deste último trabalho, algo pouco presumível, ele pode ter estudado *La pratica di prospettiva*, publicado em 1596 por Lorenzo Sirigatti (?-1596/7) – membro fundador da *Accademia e cavaliere* no tribunal de Grand Duque Ferdinand de Medici. *La pratica di prospettiva* incorporava duas seções: a primeira oferecia instruções padrão sobre como projetar sólidos multifacetados; a segunda ilustrava como utilizar a técnica *chiaroscuro* em tais objetos irregulares (EDGERTON, 2006). Alguns desses tratados visavam, então, evidenciar “[...] a necessidade de aprender as leis da pintura a fim de percebê-las e [...] a eficácia da modelagem com luz e sombra nas pinturas” (BAXANDALL, 1997, p. 43).

Formado como desenhista e membro da *Accademia del Disegno* florentina, Galileo entendeu a orquestração da luz e da sombra para tornar a ilusão pintada como um ramo da ciência óptica (WARWICK, 2014). Esta formação artística de Galileo, na geometria da projeção de sombras (*chiaroscuro*), alicerçada à teoria e à técnica da perspectiva, teve um papel muito importante no registro das observações que ele fez da superfície lunar. Do mesmo modo, seu conhecimento científico, atrelado ao interesse de confrontar as concepções e as definições aristotélicas de mundo (DRAKE, 2003), o fez atribuir significado aquilo que viu através de sua “luneta”.

Em vista de atribuir-se um breve comparativo entre três diferentes observações, interpretações e esboços da Lua, procura-se, por ora, despedir-se de Florença e olhar para Londres durante o verão de 1609; local em que se encontrava o contemporâneo de Galileo, Thomas Harriot (1560-1621). “Isso para compreendermos que os modos de olhar são culturais e que interagem com os modos de representação” (FLORES, 2007, p. 33).

Na época, Harriot adquiriu um fascinante e novo instrumento, inventado no ano anterior na Holanda, o qual denominou “tubo de perspectiva”. Os inventores holandeses tinham pensado que o novo dispositivo seria mais útil para os marinheiros avistarem navios longínquos no mar ou para comandantes militares discernirem instalações e embarcações inimigas distantes. Harriot, entretanto, virou seu “tubo de perspectiva” para a Lua e realizou seu primeiro desenho lunar (Fig. 1). Infelizmente, ele não acrescentou nenhuma explicação,

salvo a data e hora de sua observação (calendário Juliano): “1609, 26 de julho, 9 p.m.” (EDGERTON, 2006, p. 166).

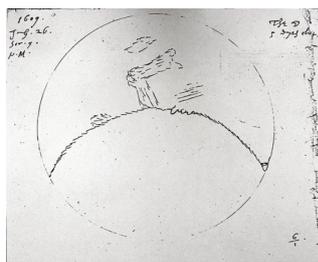


Figura 1 – Primeira ilustração de Harriot da Lua datada de vinte e seis de Julho de 1609.

Fonte: A imagem encontra-se disponível em: <http://galileo.rice.edu/sci/harriot_moon.html>. Acesso em: 17 Fev. 2018.

Por conta disso, os europeus coetâneos a Harriot não tinham razão para duvidar da definição de Aristóteles acerca da Lua como uma esfera perfeita – quanto a sua forma esférica; mas imperfeita por este corpo celeste apresentar manchas, afinal ela se encontra no marco divisório de duas regiões distintas: a sublunar e a supralunar (PEDUZZI, 2015) –, prototípica de todos os planetas e estrelas no cosmos. Manchas a parte, “Pura como a Lua” tornou-se uma expressão comum da doutrina cristã, a qual atribuía à simbologia da Lua a Imaculada Conceição da Virgem, sugerindo que o universo, bem como ela, era incorruptível (EDGERTON, 2006). Artistas renascentistas devotados a tal preceito, como Bartolomé Estabán Murillo (1617-1682), apoiavam a Maria sobre uma esfera com uma superfície perfeitamente polida e suave.

No entanto, Harriot, ao observar a Lua, desenhou a linha terminadora, isto é, a linha de demarcação entre a parte iluminada e sombreada da Lua, com traços curtos e irregulares, como se caísse sobre uma superfície áspera. Na metade superior da esfera, Harriot indicou “traços” do que hoje se conhece como os grandes “mares” lunares: *Maria Tranquillitatis*, *Crisium*, e *Serenitatis*. Entretanto, ele foi incapaz de reconhecer o significado dessas observações. A “mancha estranha” da Lua, como Harriot chamou o fenômeno, permaneceu tão misteriosa para ele como sempre fora (EDGERTON, 2006).

Ao mais tardar do mesmo ano (1609), Galileo tomou conhecimento de que na Holanda havia sido desenvolvido um instrumento que possibilitava a uma pessoa enxergar mais de perto objetos distantes. Isto o fez construir um instrumento semelhante; uma luneta (GALILEI, 2010). Ao virar a suposta luneta para o céu noturno, Galileo começou a realizar notáveis descobertas no campo da astronomia e descreveu parte delas em um pequeno livro denominado *Sidereus Nuncius* (O Mensageiro das Estrelas) (GALILEI, 1610; DRAKE, 2003), publicado em Veneza em quatro de Março de 1610. O resultado de seus achados causou um grande impacto em relação à propalada perfeição do mundo dos céus proclamada por Aristóteles e defendida pelos seus seguidores (PEDUZZI, 2015).

Ao investigar a Lua com o seu novo instrumento, Galileo constatou que sua própria experiência em desenho – perspectiva e *chiaroscuro* – aliada a concepções contrárias a visão de mundo de Aristóteles tornava viável considerar as manchas, vistas também por Harriot, como agregados de sombras lançadas pela cadeia proeminente de montanhas na superfície irregular da Lua. Era, também, possível inferir a existência de altas montanhas a partir dos pontos luminosos que salpicavam a região escura próxima à parte iluminada; citando caso análogo, como quando na Terra, em lugares montanhosos, os primeiros raios solares atingem os picos mais altos enquanto permanecem à sombra as superfícies menos elevadas (PEDUZZI, 2015). Ainda, acerca da geografia lunar, Galilei (2010, p.156-157), ponderou que:

Do seu exame [...] podemos discernir com certeza que a superfície da Lua não é perfeitamente polida, uniforme e exatamente esférica, mas é, pelo contrário, desigual, acidentada, constituída por cavidades e protuberâncias, como a face da própria Terra, que está marcada, aqui e acolá, por cadeias de montanhas e profundezas de vales.

Galileo, bem com Harriot, notou que o limite que separa a parte escura da iluminada, em fase crescente ou minguante, não se estende regularmente, seguindo uma linha oval, como aconteceria em um sólido perfeitamente esférico, mas traça uma linha notavelmente sinuosa (GALILEI, 2010).

Diante dessas ponderações, cabe perguntar: Por que Thomas Harriot não viu, no sentido de perceber, o que Galileo Galilei viu, tão precisamente, na Lua, embora a observação deste último tenha sido alguns meses posterior a dele, se ambos os estudiosos olharam para o mesmo objeto? Teria isto ocorrido, apenas, em função de que o “tubo de perspectiva” de Harriot era menos eficaz do que a luneta de Galileo?

À última pergunta, Edgerton (2006) apresenta uma resposta negativa; e discursa que a Lua, através de qualquer instrumento óptico daquele período, dificilmente poderia parecer tão nítida como em uma fotografia atual. Tanto a luneta de Galileo quanto o “tubo de perspectiva” de Harriot foram montados em decrépitos punhos caseiros. Nem o estudioso britânico nem o toscano poderiam ter visto a Lua tão distintamente que sua verdadeira topografia superficial seria instantaneamente auto evidenciada (EDGERTON, 2006).

Quanto à primeira indagação, Hanson (1979, p. 133) argumenta que dois observadores ao olharem para um mesmo objeto podem ter consciência visual da mesma coisa, porém, o modo como cada um tem essa consciência é distinto. Harriot e Galileo, ao observarem a Lua, acabam vendo imagens inteiramente diferentes, algo evidente a partir da comparação entre seus desenhos lunares, pois aquilo que percebem depende de como as imagens que se formam em suas respectivas retinas são decodificadas pelo cérebro.

Ademais, pode-se dizer que “[...] para ver, faz-se necessário saber [...] a composição de uma imagem construída. Assim, é preciso saber ver” (FLORES, 2007, p. 170); como

quando Galileo o fez, ao observar e representar a superfície lunar, a partir do uso das teorias e das técnicas da perspectiva e do *chiaroscuro*. “Nesse caso, os dispositivos de visão são os responsáveis pela formação desse olhar, e a técnica é considerada como o elemento modificador, mas também criador de um modo de olhar” (FLORES, 2007, p. 33). A teoria e a técnica, nesse notório evento, influenciam a produção do conhecimento e tornam a observação não neutra; algo aceitável ao se considerar que a observação, também, é mediada por valores culturais, étnicos, sociais, econômicos, políticos, por subjetividades, especificidades, expectativas, por interesses e pelo contexto no qual se encontra envolvida. Estes e outros fatores condicionam, portanto, os estudiosos a uma determinada interpretação e representação daquilo que veem.

“Há maneiras numerosíssimas de ver uma constelação de linhas, formas e manchas” (HANSON, 1979, p. 135-136) e uma diversidade infinita de leituras e interpretações válidas para as mesmas (FEYERABEND, 2010), que em dadas circunstâncias se tornam relevantes apenas para aqueles que foram criados na tradição correspondente, mas que podem ser totalmente desinteressantes para os demais; este último, é caso dos desenhos lunares de Harriot frente à comunidade científica de seu tempo.

Muitos têm julgado os desenhos do estudioso como sendo inferiores aos de Galileo (PUMFREY, 2009). Entretanto, seu primeiro esboço da superfície lunar é mais uma forma dentre muitas de se ver e interpretar (HANSON, 1958; 1979; FEYERABEND, 2010) a Lua; é uma ilustração única que não deve ser, meramente, menosprezada ou considerada uma execução pobre do programa topográfico de Galileo. Por outro lado, não se pode argumentar o mesmo em relação à produção dos “[...] novos desenhos da Lua [de Harriot, quase] um ano depois de sua primeira observação, claramente influenciado pelo conteúdo das observações descritas por Galileo no *Sidereus Nuncius*” (PEDUZZI, 2015, p. 133).

Quando se fala nos desenhos lunares do estudioso toscano infere-se que sejam os publicados no *Sidereus Nuncius* e não aqueles em aquarela com tons de sépia (Fig. 2), os quais são mais majestosos do que os divulgados, pois evocam toda a técnica artística, o *chiaroscuro*, por exemplo, estudada e aprimorada por Galileo na *Accademia del Disegno*.

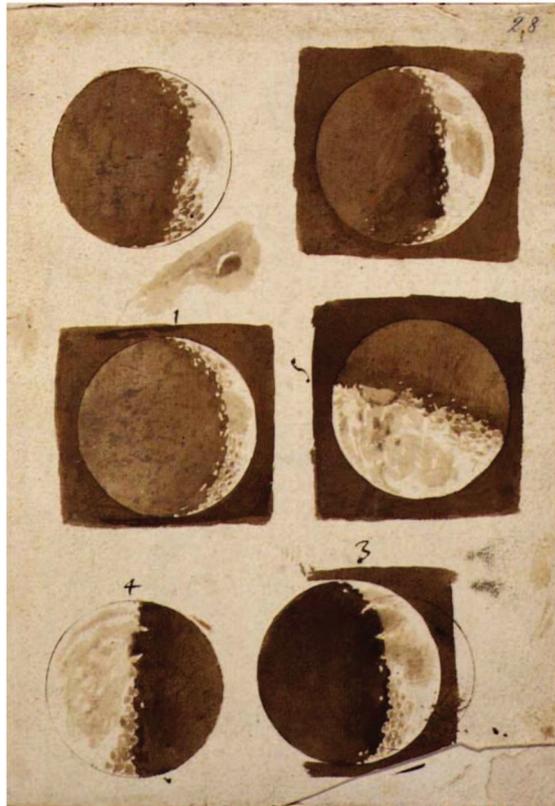


Figura 2 – Seis desenhos da Lua com suas distintas fases em aquarela produzidas por Galileu. Novembro-Dezembro de 1609.

Fonte: Florence, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 48, f. 28r.

Galileu, certamente, preparou essas aquarelas como modelos para o gravador que ilustraria o *Sidereus Nuncius*. Apenas cinco gravuras das fases da Lua foram impressas no livro, nenhuma reproduzindo exatamente os desenhos em aquarela. A Fig. 3 indica a sequência com que as ilustrações apareceram no livro de Galileu.



Figura 3 – Diversas representações imagéticas da Lua presentes no livro de Galileu Galilei.

Fonte: GALILEI (1610).

É provável, então, que Galileu tenha fornecido suas ilustrações, com tons de sépia, apenas como guias para que o gravador pudesse enfatizar as características mais espetaculares da superfície lunar. Galileu, ainda, pode ter permitido ao gravador certa licença artística para exagerar no tamanho da cratera, particularmente escura e profunda, que se situa logo abaixo do centro, ao longo da linha terminadora da Fig. 4b. Essa cratera seria a representação da *Albatognius*, visível na parte inferior da Fig. 4c. A partir dela, Galileu ensejava comparar seus lados íngremes com as altas montanhas terrestres que circundam a região de Boémia. Assim, ordenou ao gravador que a tornasse grande o suficiente para dramatizar que a Lua está coberta por depressões tão ásperas como as existentes na Terra. Deve-se, também, considerar que o

gravador, muito possivelmente, não teria motivos para ter olhado através da luneta de Galileo, ficando dependente única e exclusivamente dos desenhos do astrônomo e, sem dúvida, das descrições verbais um pouco explicitadas por ele (EDGERTON, 2006).

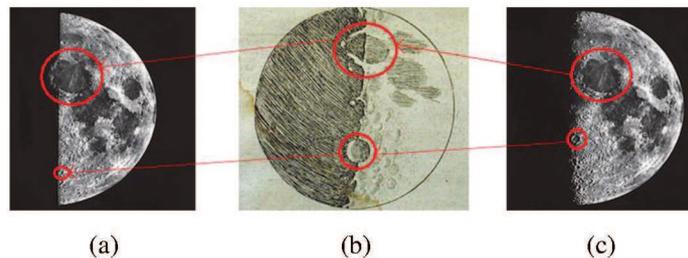


Figura 4 – Comparação das crateras inexistentes. (a): Destaque para a cratera pequena situada quase no extremo da fotografia da Lua. (b): Representação equivocada da cratera inferior e dramaticamente ampliada. (c): Cratera inferior possivelmente retratada pelo gravador na Fig. 4b a pedido de Galileo.

Fonte: Elaborada pelos autores. Inspirado em Silva e Neves (2008, p. 11).

Os desenhos originais em aquarela de Galileo revelam uma superfície lunar muito mais artística do que as gravuras publicadas. Com as pinceladas hábeis de um praticante de aquarela, ele confere às suas imagens uma sutil e adequada luminescência. Na parte superior esquerda da folha (Fig. 2), reproduzida na Fig. 5a, verifica-se que ele coloca, em um pequeno trecho, sua prática de lavagens escuras e claras em torno de uma área branca, provavelmente, para ajudar seu gravador a perceber a configuração da cratera lunar ao se inserir a luz nela (Fig. 5b). Galileo indica a cavidade côncava com uma única pincelada escura, deixando uma tira clara, no papel, exposta para representar a borda brilhante da cratera (EDGERTON, 2006).



Figura 5 – (a): Desenho original em aquarela realizada por Galileo. (b): Destaque para a cratera ilustrada por Galileo. A cratera desenhada na Fig. 5a é menor do que a retratada no livro de Galileo pelo gravador (Fig. 4b) a seu pedido.

Fonte: Florence, Biblioteca Nazionale Centrale, Ms. Gal. 48, f. 28r.

É notório que essas pinturas simplórias e minimalistas, porém, altamente profissionais, pertencem tanto à história da arte quanto à história da ciência. No espírito da *Accademia Fiorentina*, Galileo parece ter-se empenhado no desenho não por causa da auto expressão, mas sim para disciplinar seus olhos e mãos para a ciência.

Dito isso, e depois de ter se maravilhado com o incrível e pitoresco terreno lunar, Galileo retornou ao seu “eu” científico e fez duas outras descobertas surpreendentes relacionadas à perspectiva. A primeira foi quando ele percebeu que alguns dos picos lunares

estavam inclinados com luz dentro do lado da sombra, mesmo quando o limite da linha terminadora estava muito distante. Ao mesmo tempo, ele foi capaz de converter esse fenômeno em um diagrama geométrico para resolver um problema de sombreamento, lembrando-se, certamente, do tratado de Guidobaldo del Monte (EDGERTON, 2006).

Pode-se, a partir disto, inferir que as leituras realizadas por Galileo, seu conhecimento artístico e científico e o contexto – da *Accademia* – no qual estava inserido exerceram influência sob a maneira com que ele via o disco lunar. Harriot, embora não tenha se encontrado sob as mesmas condições ou circunstâncias, também esteve condicionado a influências; uma delas, ao que parece, foi a de Galileo.

Quatro meses depois da publicação do *Sidereus Nuncius* (1610) e quase um ano após sua primeira observação, Thomas Harriot viria a produzir uma leva de novos desenhos lunares, presumivelmente, inspirados no conteúdo das observações descritas por Galileo em seu livro. Este fato pode ter levado Harriot a refletir acerca de que seu esboço inicial da superfície lunar, realizado em vinte e seis de Julho de 1609, necessitava ser redesenhado e aprimorado. Portanto, as novas ilustrações de Harriot que se sucederam a partir do período de dezessete de Julho de 1610 (Fig. 6b), não necessariamente resultam em representações inferiores dos desenhos lunares de Galileo presentes no *Sidereus Nuncius*; são, antes de tudo, ideias e variações da nova concepção de mundo de Harriot.

Tanto na ilustração de Galileo (Fig. 6a) quanto na de Harriot (Fig. 6b), há a representação de uma grande cratera arredondada que se supõe ser *Albatagnius*. No desenho de Harriot, a cratera situa-se próxima ao centro e no de Galileo encontra-se deslocada para o lado, junto à linha que delimita as partes iluminada e escura do disco lunar (PEDUZZI, 2015).

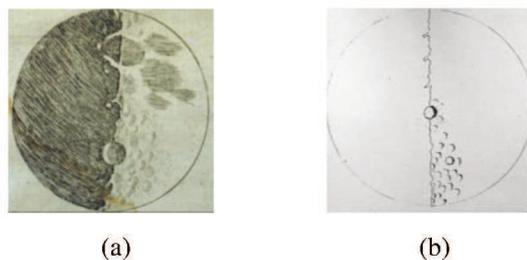


Figura 6 – Comparação entre os desenhos da Lua de (a) Galileo e (b) Harriot.
Fonte: Silva e Neves (2008).

Uma crítica comum a Harriot é que, pelo menos até ele ler o livro de Galileo, ele não registrou adequadamente a existência de montanhas e de crateras na Lua, cujos padrões de mudança de luz e sombra eram sinais da rugosidade áspera da superfície da Lua (PUMFREY, 2009). Considera-se, então, que a razão pela qual o estudioso britânico não sinalizou explicitamente as características irregulares da Lua e não atribuiu significado as mesmas, pode ser decorrente, também, da carência de seu conhecimento artístico relativo às teorias e às técnicas da perspectiva e do *chiaroscuro*.

Todavia, não se pode saber se, e em que medida, os desenhos de Galileo influenciaram a elaboração dos vários desenhos feitos posteriormente, por Harriot. O certo é que os tamanhos e as posições das duas grandes crateras em ambas as ilustrações são diferentes, decorrentes de percepções distintas e únicas. “Significa, por fim, perceber que [...] são convenções dadas segundo um regime de pensamento, de um conjunto de conhecimentos e de um modo de sentir e olhar o mundo” (FLORES, 2007, p. 32); portanto, algo não neutro.

Certamente, o que pode ser dito é que os desenhos lunares realizados por Harriot melhoraram desde o primeiro esboço em Julho de 1609 (Fig. 7) até a impressionante ilustração de 1610, reproduzida na Fig. 8.

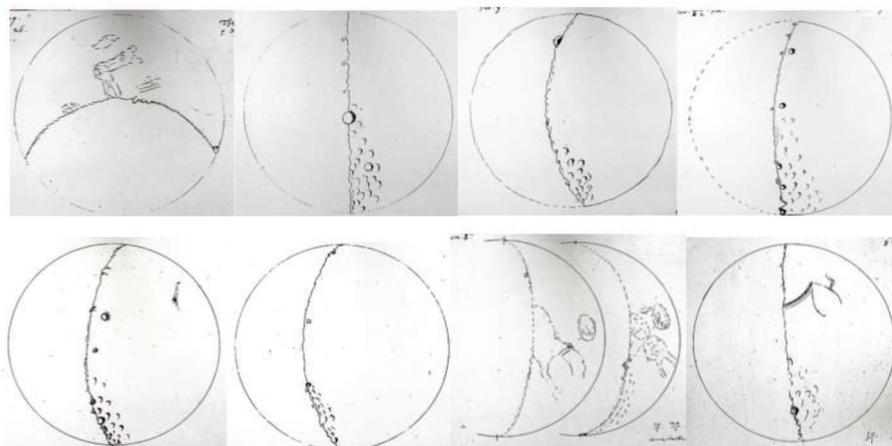


Figura 7 – Registros de uma série de observações sistemáticas do disco lunar feitas por Harriot entre 26 de Julho de 1609 e 15 de Setembro 1610.

Fonte: Imagens disponíveis em: <http://galileo.rice.edu/sci/harriot_moon.html>. Acesso em: 19 Mar. 2018.

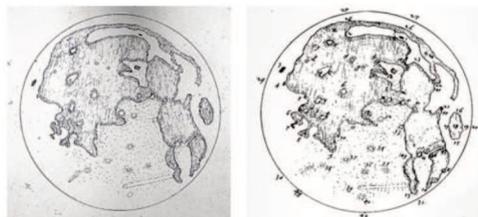


Figura 8 – Mapa completo da superfície da Lua realizada por Harriot.

Fonte: Imagens disponíveis em: <http://galileo.rice.edu/sci/harriot_moon.html>. Acesso em: 19 Mar. 2018.

Não obstante, foram as ilustrações lunares de Galileo apresentadas no *Sidereus Nuncius* e em aquarelas, do convívio com o sábio italiano e do contexto artístico e científico providos pela *Accademia del Disegno* e pelo final do século XVI e início do XVII que Cigoli – a partir de uma encomenda do papa Paulo V para retratar uma iconografia muito semelhante ao da Imaculada – pintou, no interior do teto da cúpula da Cappella Paolina Borghesiana, na Basílica de Santa Maria Maggiore, em Roma (Itália) (1612), o afresco “A Assunção da Virgem Maria” (Fig. 9) (DRAKE, 2003).



Figura 9 – A Assunção da Virgem Maria. Destaque para a Lua aos pés da Madonna.
Fonte: Silva e Neves (2014, p.65).

No afresco da cúpula de Santa Maria Maggiore, a Lua encontra-se aos pés da Madonna [Virgem Maria], numa representação comum da iconografia cristã. Porém, o incomum aqui é esta figura imaculada apoiar-se numa Lua craterada e pós-copernicana e completamente diferente, pois, da Lua “perfeita”, lisa e esférica, que acreditavam os peripatéticos-tomistas. Tal diferenciação reporta-se à descrição da Lua rugosa e craterada de Galilei, [...] em sua obra “*Sidereus Nuncius*” (SILVA, NEVES, 2014, p.60).

Ainda, ao fundo da pintura de Cigoli, notavelmente, atrás da Virgem Maria pode-se ver uma forma geométrica ovalada. Percebe-se que tal forma, de fortes tons alaranjados, trata-se do Sol. Não poderia ser diferente, pois, “[...] esta Madonna é aquela do livro do Apocalipse que fala de uma Virgem que tem o Sol atrás de si e a Lua sob seus pés [...]” (SILVA; NEVES, 2014, p. 65).

Acima da cabeça da Virgem, verifica-se, ainda, a existência de uma coroa de estrelas. Ao expandi-la para um espaço mais amplo pode-se inferir, dentre outras possíveis interpretações, que a Madonna é “[...] uma espectadora do grande universo heliocêntrico [Fig. 10] do “*De Revolutionibus*”, de Nicolau Copérnico, amalgamado com as descobertas telescópicas [...] do “*Sidereus Nuncius*” [...]”, levadas adiante pela proposta galileiana de fazer a Igreja aceitar a nova ciência (SILVA; NEVES, 2014, p. 65).



Figura 10 – Madonna com elementos deslocados (Sol e Lua) e ampliação da coroa estelar: Madonna heliocêntrica. Destaque para o Sol, quase ao centro do Universo; para a Virgem Maria, representando a Terra e a Lua, girando ao redor da mesma.

Fonte: Silva e Neves (2014, p. 66).

Cigoli pode ter sido influenciado pelo ideal copernicano de Galileo, partilhando, assim, de sua percepção científica para quem se dispusesse a aventurar-se pelo desvendamento do códex presente na sua versão da Virgem Maria.

Pode-se dizer, então, que a discussão em torno do modo pelo qual os desenhos lunares de Harriot, de Galileo e de Cigoli foram produzidos (Fig.11), sob diversas influências, pode fornecer indicativos evidentes de que não há neutralidade na observação.

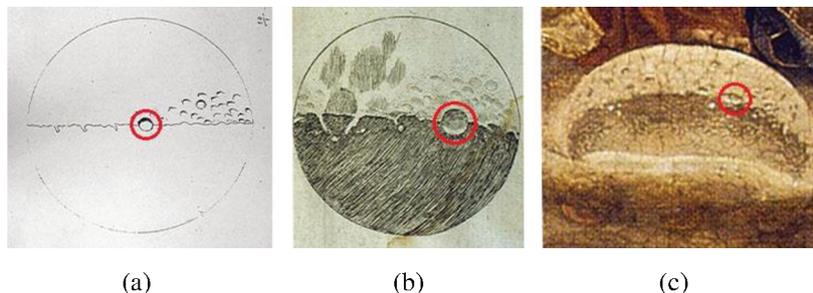


Figura 11 – Comparação entre as Luas e crateras de (a) Harriot, (b) Galileo e (c) Cigoli.
Fonte: Elaborada pelos autores. Inspirado em Silva e Neves (2014).

Nota-se, ainda, que a habilidade para ver e explicitar as tênues configurações da superfície lunar não depende apenas da acuidade observacional, mas que também é função da capacidade do observador em ajustar as vagas percepções a um referencial teórico; como nos casos de Galileo e de Cigoli, que fizeram uso das teorias e das técnicas da perspectiva e do chiaroscuro para representar a superfície da Lua, confrontando concepções aristotélicas. Por outro lado, verifica-se que o “[...] resultado de escolhas, opções, descartes [e] dificuldades mediante a constituição de saberes” (FLORES, 2007, p. 32), também moldaram o olhar de Harriot ao representar a sua versão da superfície lunar. Com isso, verifica-se, a partir do breve estudo envolvendo esses três estudiosos, que a observação é seletiva; ela exige um objeto, um ponto de vista, um interesse em específico, um problema e etc. (HANSON, 1958).

Algumas considerações finais

É relevante considerar o desenvolvimento e a história da ciência, explorando a elaboração do conhecimento científico e o seu poder transformador. Uma maneira de se fazer isto ocorre por meio da aproximação entre arte e ciência, cuja relação constitui um polo frutífero para externar alternativas para se discutir os valores culturais e disciplinares do conhecimento científico (FEYERABEND, 2010), enriquecendo sua significação.

Neste contexto, buscou-se apresentar a não neutralidade da observação científica através dos desenhos lunares produzidos por Harriot, Galileo e Cigoli, contemporâneos do século XVII. O objetivo envolveu ressaltar que, tanto questões teóricas (relativas às ideias apriorísticas ou às posteriormente construídas pelos sujeitos) quanto técnicas (provenientes de práticas artísticas e científicas desenvolvidas pelos mesmos) exerceram influência no modo de

produção do conhecimento. Isto, aliás, foi defendido em ao se discutir que as teorias e as técnicas artísticas da perspectiva e do *chiaroscuro* foram de extrema valia para que Galileo e Cigoli representassem e atribuíssem significado as irregularidades da superfície lunar, ao passo que Harriot, por conta de um interesse artístico e científico pouco expressivo, fora incapaz de fazê-lo, pelo menos explicitamente.

Com isso, procurou-se evidenciar que a história da ciência debatida a partir de imagens pode se tornar bastante rica para enfatizar que a construção do conhecimento é uma atividade criativa, subjetiva e “viva”. Esse tipo de estudo, como ferramenta para uma abordagem histórico-filosófica da ciência, pode implementar uma visão de contextualização sociocultural dos alunos, principalmente se utilizado no contexto da formação de professores e pesquisadores da área da física (pois esses últimos, inevitavelmente também exercerão a docência), visto que, suas concepções, por vezes, inadequadas sobre ciência, conscientemente ou não, vão acabar refletidas em sua práxis científica e pedagógica, podendo impactar negativamente sob a percepção de ciência de seus futuros alunos (GIL PÉREZ et al., 2001; PEDUZZI, 2011; VITAL; GUERRA, 2016).

Nesse sentido, o uso de imagens, no âmbito da HFC, pode direcionar para compreensões mais ponderadas acerca dos aspectos epistemológicos da construção do conhecimento. Como expõem Fiuza et al. (2017, p. 8):

As imagens são um campo fértil para discussões histórico culturais que priorizam o contexto sociocultural e a construção do conhecimento científico [; elas] são propícias para reflexões sobre relações entre ciência, sociedade e cultura.

As possibilidades de incrementar a educação científica a partir do uso de imagens em consonância com a HFC podem ser diversas. Uma delas se estende até o campo da arte sequencial, isto é, das histórias em quadrinhos (HQs), cujo recurso vincula tanto texto quanto imagem; onde o enredo pode ser desenvolvido com intuito de discutir questões histórico-filosóficas por meio de pinturas, por exemplo.

Sob essa perspectiva, a interligação do texto à imagem pode ampliar a compreensão de conceitos, promover melhores discussões sobre determinadas definições e proporcionar um meio de se expressar pictoricamente concepções a respeito de um assunto. Há, assim, um universo a ser explorado, tanto na dimensão pedagógica destas relações, quanto na dimensão acadêmica de pesquisa. Os caminhos são os mais variados e desafiadores.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving sciences teachers' conceptions of the nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of science Education*, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

- ACEVEDO DÍAZ, J. A.; GARCIA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendências sobre la natureleza de la ciência em la educación científica. *Revista Eureka sobre Ensenãza y Divulagación de las Ciencias*, v. 31, n. 1, p. 3-19, 2016.
- ALCANTARA, M. C. de; JARDIM, W. T. A utilização da HFC no ensino de física a partir de representações artísticas. In: III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DEL INTERNATIONAL, HISTORY AND PHILOSOPHY OF SCIENCE TEACHING GROUP IHPST- LA. Comunicação oral CO22. *Anais...* Santiago de Chile, 17-19 Nov. p. 164-172. 2014.
- AUMONT, J. *A imagem*. Campinas: Papirus Editora. 1993.
- BARBOSA-LIMA, M.c.; QUEIROZ, G.; SANTIAGO, R. Ciência e arte: Vermeer, Huygens e Leeuwenhoek. *Física na Escola*, v. 8, n. 2, p. 27-30, 2007.
- BAXANDALL, M. *Sombras e luzes*. São Paulo: EDUSP, 1997.
- BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. do V.; BAZZO, J. L. dos S. *Conversando sobre educação tecnológica*. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2016.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais Para A Formação de Professores da Educação Básica, em Nível Superior, Curso de Licenciatura, de Graduação Plena*. Parecer nº CNE/CP 009/2001, de 08 de Maio de 2001. Relator: Edla de Araújo Lira Soares, Éfrem de Aguiar Maranhão, Eunice Ribeiro Durham, Guiomar Namó de Mello, Nelio Marco Vincenzo Bizzo e Raquel Figueiredo Alessandri Teixeira.(Relatora), Silke Weber (Presidente). Brasília, DF, Seção 1, p. 1-31, 18 de jan. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. 2ed, abr. 2016.
- CACHAPUZ, A. F. Arte e ciência no ensino das ciências. *Interacções*, v. 10, n. 31, p. 95-106, 2014.
- CHINELLI, M. V.; FERREIRA, M. V. da S.; AGUIAR, L. E. V. de. Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciências. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010.
- COLAGRANDE, E. A. *A natureza da ciência e a interpretação de situações científicas – um estudo com professores de ciências em formação*. 2016. 245f. Tese (Doutorado) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
- COLAGRANDE, E. A.; MARTORANO, S. A. de A.; ARROIO, A. Reflections about teaching nature of Science mediated by images. *Natural Science Education*, v. 12, n.1, p. 7-19, 2015.
- DRAKE, S. *Galileo at Work: his Scientific Biography*. Mineola (N.Y.): Dover publ., 2003.
- EDGERTON, S. Y.: Brunelleschi’s mirror, Alberti’s window, and Galileo’s ‘perspective tube’. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13, (supplement), p. 151-79, 2006.
- EFLIN, J. T.; GLENNAN, S.; REISCH, G. The nature of Science: a perspective from the philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 36, n. 1, p. 107-116, 1999.

- FERNANDES, R.; PIRES, F.; FORATO, T.; SILVA, J. Pinturas de Salvador Dalí para introduzir conceitos de Mecânica Quântica no Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 34, n. 2, 2017.
- FEYERABEND, P. K. *Adeus à razão*. São Paulo: Editora UNESP. 2010.
- FIUZA, L.; MARQUES, M. A.; AMARAL, P. do. História da ciência contextualizada e imagens em trabalhos publicados nos ENPEC (2005-2015). In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. *Anais ...* 3 a 6 de julho de 2017.
- FLORES, C. *Olhar, saber, representar: sobre a representação em perspectiva*. São Paulo: Musa Editora, 4 ed. 2007.
- FORATO, T. C. M.; PIETROCOLOA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 27-59. 2011.
- GALILEI, G. *Siderevs nvnclvs*. Publisher Venetiis, Apud Thomam Baglionum, 1610, 74p. Disponível em: <<https://archive.org/details/sidereusnunciusm00gali>>. Acesso em: 28 Dez. 2016.
- GALILEI, G. *Sidereus Nuncius - O Mensageiro das Estrelas*. Trad. Henrique Leitão. Fundação Calouste Gulbenkian. 3 ed. 2010.
- GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n.2, p. 125-153. 2001.
- GROTO, S. R.; MARTINS, A. F. P. A Literatura de Monteiro Lobato na discussão de questões acerca da natureza da ciência no ensino fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (belo Horizonte), v. 17, n. 2, p.390-413, 2015.
- HANSON, N. R. *Patterns of Discovery: an inquiry into the conceptual foundations of Science*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1958.
- HANSON, N. R. Observação e interpretação. In: MORGENBESSER, Sidney (Org.). *Filosofia da ciência*. 3.ed. São Paulo: Cultrix, 1979. p. 127-138.
- HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. *Science & Education*, v. 20, n. 3-4, p. 293-316, 2010.
- IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of Science for Science education. *Science & Education*, v. 20, p. 591-607, 2011.
- JESUS, S. N. de; SANTO, P. C. Arte e ciência: pontes para uma aproximação. *Omnia*, n. 2, p. 5-11, 2015.
- MELLO, R. L. S.; ALMEIDA, T. Intersecções entre os campos da arte e da ciência. *Mouseion*, n. 25, p. 39-51, 2017.
- MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. Uma análise cruzada de três estudos de caso com professores de física: a influência de concepções sobre a natureza da ciência nas práticas didáticas. *Ciência & Educação*, v. 20, n. 3, p. 595-616, 2014.

- MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 3, p.703-737, 2015.
- MEDINA, M.; BRAGA, M. O Teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 27, n. 2, p. 313-333, 2010.
- MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T.; OSTERMANN, F.. “História e epistemologia da física” na licenciatura em física: uma disciplina que busca mudar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, p. 127-134, 2007.
- MOURA, B. A. O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n.1, p. 32-46, 2014.
- NASCIMENTO, C. A. R. do. Carta de Galileu a Ludovico Cardi de Cigoli em Roma: tradução. *Trans/Form/Ação*, São Paulo, 4:75-79, 1981.
- PANOFSKY, E. *Galileo as a critic of the arts*. Holland: Springer Science+business Media Dordrecht, Martinus Nijhoff, The Hague, 1954.
- PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: Pietrocola, M.(org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005.
- PEDUZZI, L. O. Q. *Evolução dos conceitos da física*. 1.ed, Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011.
- PEDUZZI, L. O. Q. *Força e movimento: de Thales a Galileu*. Publicação interna. Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.
- PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. *Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da física*. Agosto, 2016, 41p. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br. Acesso em: 17 Jan. 2017.
- POSTMAN, N. *Tecnopólio: a rendição da cultura à tecnologia*. Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: Nobel. 1994.
- PUMFREY, S. *Harriot's maps of the Moon: new interpretations*. Notes And Records Of The Royal Society, v. 63, n. 2, p. 163-168, 2009.
- PUMFREY, S. History of Science in the National Science Curriculum: A critical review of resources and their aims. *British Journal for the History of Science*, v. 24, n. 1, p. 61-78, 1991.
- PRETTE, M. C. *Para entender a arte: história, linguagem, época, estilo*. Trad. Maria Margherita de Luca. São Paulo: Globo. 2008.
- RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma análise da terminologia descoberta e sua contextualização nos livros didáticos: os estudos de Gray e Du Fay. In: V Encontro Estadual de Ensino de Física - RS, Porto Alegre. *Atas...* . 2013.

- REIS, J. C.; GUERRA, A.; BRAGA, M. Ciência e arte: relações improváveis? *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 13, (suplemento), p. 71-87, 2006.
- SENRA, C. P.; BRAGA, M. A. B.. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 1, p. 7-29, 2013.
- SILVA, J. A. P. da; NEVES, M. C. D. Arte e Ciência no Renascimento: Galileo e Cigoli e as novas descobertas telescópicas. In: IV JORNADA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO: PROPOSTAS, TENDÊNCIAS E CONSTRUÇÃO DE INTERFACES. *Anais...* São Paulo, Brasil. V. 9, p. 57-74, 2014.
- SILVA, O. H. M. da; LABURÚ, C. E.; NARDI, R. Contribuições da reconstrução racional didática no desenvolvimento de concepções epistemologicamente mais aceitáveis sobre a natureza da ciência e do progresso científico. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, n. 1, p.65-80, 2012.
- TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JUNIOR, O.; EL-HANI, C. N. A Influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 529-556, 2009.
- VITAL, A.; GUERRA, A. A natureza da ciência no ensino de física: estratégias didáticas elaboradas por professores egressos do mestrado profissional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 31, n. 2, p. 225-257, 2014.
- VITAL, A.; GUERRA, A. Textos para ensinar física: princípios historiográficos observados na inserção da história da ciência no ensino. *Ciência & Educação*, v. 22, n. 2, p. 351-370, 2016.
- VILAS BOAS, A.; Silva, M. R.; Passos, M. M.; Arruda, S. M. História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 2, p. 287-322, 2013.
- WARWICK, G. “*The Story of the Man Who Whitened His Face*”: Bernini, Galileo, and the Science of Relief. *The Seventeenth Century*, v. 29, n. 1, p.1-29, 2014.
- ZANETIC, J. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. *Pro-Posições*, v. 17, n. 1, p. 39-57, 2006.

SOBRE OS AUTORES

LETÍCIA JORGE. Licenciada em Ciências da Natureza com Habilitação em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (2016) e mestranda em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.

LUIZ O. Q. PEDUZZI. É bacharel (1973) e mestre (1980) em física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e doutor (1998) em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). É professor titular do Departamento de Física da UFSC. Até 2015, e desde a sua fundação, em 1984, foi um dos editores do Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Atua nas linhas de pesquisa de História, Filosofia da Ciência e Ensino de Física e na Produção de textos para o Ensino de Física.

Recebido: 13 de agosto de 2017.

Revisado: 18 de fevereiro de 2018.

Aceito: 08 de março de 2018.