

Revolução científica, Giordano Bruno e educação

Bruno Henrique Torres¹, Ricardo Roberto Plaza Teixeira^{2*}

¹Discente do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de São Paulo, Campus Caraguatatuba, SP, Brasil. ²Professor do Instituto Federal de São Paulo, Campus Caraguatatuba, SP, Brasil.

*rteixeira@ifsp.edu.br

Recebido em: 22/12/2023

Aceito em: 22/10/2024

Publicado em: 30/11/2024

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.6.2-30>

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de investigar a revolução científica e o papel significativo desempenhado por Giordano Bruno nesse período histórico, bem como explorar as implicações pedagógicas desses temas e seu potencial impacto em atividades de ensino. Ao examinar as ideias inovadoras que impulsionaram a revolução científica nos séculos XVI e XVII, o propósito é compreender os debates travados sobre os modelos de mundo geocêntrico e heliocêntrico, oferecendo perspectivas que possam ser aplicadas de maneira eficaz no contexto educacional. Além disso, o artigo enfatiza a importância do trabalho com obras originais no ensino, fornecendo referências e links para diversas obras analisadas que estão disponíveis na internet para leitura. O estudo da revolução científica permite ressaltar a não linearidade dos processos históricos, assim como a importância de compreender a complexidade e as sutilezas dos debates existentes no universo acadêmico, especialmente quando há conflitos entre diferentes paradigmas. Em resumo, este ensaio consiste em uma revisão abrangente da bibliografia existente sobre os temas abordados, visando seu potencial uso no âmbito educacional.

Palavras-chave: Heliocentrismo. Paradigma. Revolução. Educação científica.

Scientific revolution, Giordano Bruno and education

ABSTRACT

This article aims to investigate the scientific revolution and the significant role played by Giordano Bruno in this historical period, as well as exploring the pedagogical implications of these themes and their potential impact on teaching activities. By examining the innovative ideas that drove the scientific revolution in the 16th and 17th centuries, the purpose is to understand the debates about the geocentric and heliocentric world models, offering perspectives that can be applied effectively in the educational context. Furthermore, the article emphasizes the importance of working with original works in teaching, providing references and links to several analyzed works that are available on the internet for reading. The study of the scientific revolution highlights the non-linearity of historical processes, as well as the importance of understanding the complexity and subtleties of existing debates in the academic universe, especially when there are conflicts between different paradigms. In summary, this essay consists of a comprehensive review of the existing bibliography on the topics covered, aiming at their potential use in the educational field.

Keywords: Heliocentrism. Paradigm. Revolution. Scientific education.

INTRODUÇÃO

Este artigo investiga a Revolução Científica e o papel desempenhado por Giordano Bruno neste momento histórico, bem como explora as implicações pedagógicas destes temas em atividades educacionais, sobretudo no ensino de física. Ao mergulhar nas ideias que alavancaram a revolução científica dos séculos XVI e XVII, procura-se identificar pontos de convergência e divergência no debate acerca dos modelos de mundo (geocêntrico e heliocêntrico) vivenciados naquela época, sob perspectivas que podem ser usadas de maneira eficaz no contexto educacional. Além disso, é explorada a importância do trabalho com obras originais no ensino e são indicadas, nas referências, links de diversas obras analisadas, que estão disponíveis, na íntegra ou em trechos, na internet, de modo gratuito, para serem acessadas e lidas. Ao longo deste trabalho, é destacado tanto o fato de que a história não é um processo linear, quanto a importância de conhecer a complexidade envolvida nos debates travados no transcorrer da revolução científica. Este é, portanto, um ensaio que realiza uma revisão da bibliografia existente sobre os temas tratados (a revolução científica, de um modo geral, e a obra de Giordano Bruno, em particular), tendo em vista o seu possível uso educacional.

Após a introdução, é realizada uma revisão bibliográfica que permite analisar alguns temas em específico envolvendo a história da ciência, a revolução científica dos séculos XVI e XVII, a obra de Giordano Bruno e as possibilidades educacionais relacionadas a estes tópicos, inclusive com a apresentação de um Quadro com um resumo acerca da vida e da obra dos pensadores tratados neste artigo. Ao término, são feitas as considerações finais acerca do trabalho que foi realizado.

HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Estudar a História da Ciência é fundamental para compreender o desenvolvimento e a evolução do conhecimento humano ao longo do tempo. Quando mergulhamos nas raízes da investigação científica, somos capazes de entender as conquistas, os avanços, os desafios, os erros e as transformações que moldaram a ciência como a conhecemos hoje.

Analisar o contexto histórico das descobertas científicas permite conhecer as condições sociais, culturais e filosóficas que influenciaram o pensamento científico em diferentes períodos e entender o modo como os debates científicos foram fundamentais como motores que impulsionaram a inovação. Compreender a História da Ciência

proporciona, deste modo, uma perspectiva crítica sobre os métodos que a ciência utiliza para produzir conhecimentos e o seu papel na sociedade, promovendo uma abordagem mais fundamentada em relação ao futuro em termos científicos (ALVIN; ZANOTELLO, 2014).

Na educação, o estudo da História da Ciência oferece uma perspectiva contextualizada sobre o desenvolvimento do conhecimento científico, permitindo aos estudantes compreenderem não apenas os conceitos científicos em foco, mas também os processos, as controvérsias e os dilemas éticos envolvidos na construção desse conhecimento. Ao incorporar a História da Ciência no ensino, é possível promover uma compreensão mais profunda da natureza da ciência, estimular o pensamento crítico e a apreciação pelos contextos culturais e sociais que influenciaram a prática científica ao longo do tempo (MATTHEWS, 1995).

A história da ciência pode auxiliar o educador científico a trabalhar em sala de aula com a complexidade do mundo e com o pluralismo de visões sobre um determinado cientista (ou um determinado período histórico), mostrando diferentes aspectos que se complementam e ajudam a explicar como o conhecimento científico é produzido (ZYLBERSZTAJN, 1988).

REVOLUÇÃO CIENTÍFICA

Na Idade Antiga, o modelo geocêntrico aristotélico-ptolomaico emergiu como uma explicação dominante para o cosmos. Essa teoria, baseada nas ideias de Aristóteles (384 a.C. - 322 a.C.), sobretudo em sua obra “Sobre o céu” (publicada em 350 a.C., com o título em latim “*De Caelo*”) e desenvolvida posteriormente por Claudio Ptolomeu (90 d.C. - 168 d.C.), em especial em sua obra “Almagesto” (publicada em 150 d.C.), propunha que a Terra estava no centro do universo e que todos os corpos celestes, incluindo o Sol, orbitavam em torno dela. Aristóteles defendia a esfericidade da Terra e sua posição central, enquanto Ptolomeu refinou a teoria introduzindo epiciclos para explicar alguns movimentos retrógrados observados de planetas no céu noturno em relação às posições das estrelas fixas. A consolidação desse modelo na Idade Média foi fortemente influenciada pela integração da filosofia aristotélica com a teologia cristã, promovendo uma visão do universo que se alinhava com as concepções religiosas predominantes. Uma tradução para o português de alguns pequenos, mas valiosos, trechos da obra “Sobre o Céu” de Aristóteles, feita pelo professor Roberto de Andrade Martins, pode ser acessada

e lida na internet (ARISTÓTELES, s/d). Por sua vez, uma tradução dos 13 livros da obra de Ptolomeu para o inglês, feita por G. J. Toomer e intitulada “Almagest” pode ser acessada livremente na internet (PTOLEMY, 1984).

O modelo geocêntrico tornou-se, portanto, uma parte integral da síntese entre o pensamento clássico grego e a tradição cristã, consolidando-se nos textos acadêmicos e nas instituições educacionais medievais. Esse paradigma resistiu por séculos até ser desafiado durante a Revolução Científica pelos modelos heliocêntricos de Copérnico, Kepler, Giordano Bruno e Galileu que marcaram uma transição fundamental na compreensão cosmológica (KOESTLER, 1961).

No que diz respeito ao heliocentrismo, é importante destacar o papel desempenhado, na Antiguidade, por Aristarco de Samos, um astrônomo e matemático grego que viveu aproximadamente entre 310 a.C. e 230 a.C. Nenhuma das obras originais de Aristarco de Samos sobreviveu até os dias atuais e o que se conhece sobre suas contribuições à astronomia é baseado em referências de outros escritores, como Arquimedes, que mencionam as ideias de Aristarco em defesa do modelo que colocava o Sol no centro, com a Terra e outros planetas orbitando ao seu redor (HEATH, 2007). Apesar de suas contribuições visionárias, o modelo heliocêntrico de Aristarco não foi aceito em seu tempo (COHEN; DRABKIN, 1948), só sendo redescoberto, muitos séculos depois, durante a revolução científica.

O período medieval compreendido entre os séculos V e XV, pode ser caracterizado pela escassez de produção filosófica original na Europa, quando comparado à civilização grega na antiguidade ou à civilização árabe daquele período: à propósito, durante a Idade Média, muitos manuscritos gregos foram traduzidos para o árabe e, desta forma, foram preservados. Um dos principais centros de tradução de obras gregas foi a Casa da Sabedoria em Bagdá, no período medieval islâmico (FREITAS, 2017): os árabes desempenharam, nesta época, um papel crucial na preservação e transmissão do conhecimento da Grécia Antiga para as gerações posteriores. Em perspectiva, as bibliotecas europeias dessa era, mesmo as melhores, possuíam apenas uma coleção limitada, predominantemente de livros relacionados ao estudo da lógica, retórica e gramática, componentes essenciais do ensino religioso da época (COUTINHO, 2018).

O Renascimento, período compreendido entre o final da Idade Média e o início da Idade Moderna, sobretudo nos séculos XV e XVI, emergiu na Europa como uma tentativa de questionar as formas de pensar tradicionais: novas ideias surgiram e muitos dos

paradigmas convencionais passaram a ser criticados, sem, entretanto, romper definitivamente com a herança anterior (WYMAN, 2022).

A ciência moderna começou a se estruturar, durante o Renascimento, com características que a diferenciavam da religião; entretanto, é importante destacar que figuras proeminentes da revolução científica, como Copérnico, Kepler e Newton, não eram anticlericais e não rejeitavam a religião, mas sim tentavam reformular o pensamento religioso, concedendo autonomia ao pensamento científico (WOORTMANN, 1996).

Na astronomia desenvolvida ao longo dos dezenove séculos entre Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.) e Copérnico (1473-1543), o conceito moderno de “planeta” não se aplicava: planetas eram os corpos “errantes” (segundo a etimologia do próprio termo) em relação às posições das estrelas fixas, o que incluía, portanto, também o Sol e a Lua, além de Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Além disso, o trabalho dos astrônomos, por todos estes séculos, era conceber modelos geométricos para os sete corpos celestes errantes conhecidos, permitindo o cálculo preciso de suas futuras posições em relação ao fundo determinado pelas estrelas fixas: por quase dois milênios, a astronomia foi essencialmente uma forma de geometria aplicada (HOSKIN, 1999).

O período de transição do modelo geocêntrico para o modelo heliocêntrico, ou seja, da cosmovisão medieval para uma visão de universo mais próxima da atual, não foi apenas uma transformação cosmogônica, mas também uma alteração na forma como os seres humanos percebem e compreendem o universo – associada à emergência de uma nova epistemologia científica, marcada pela adoção do método matemático e experimental – desafiando as antigas noções de um cosmos fechado e finito (KOYRÉ, 2006).

Desde a antiguidade até a revolução científica, passando pela Idade Média e pelo renascimento, as teorias que hoje denominamos de pré-científicas foram gradualmente sendo desafiadas. No período pós-medieval as concepções científicas emergentes aos poucos começaram a desafiar alguns dos dogmas que predominaram na Idade Média. O contexto cultural e social foi importante para a formação das novas ideias científicas, pois as mudanças na visão do mundo não foram apenas impulsionadas por descobertas individuais, mas também foram moldadas por fatores sociais, políticos e filosóficos.

A natureza revolucionária da ciência se materializou nas descobertas científicas que muitas vezes desafiaram e transformaram não apenas a compreensão do cosmos, mas também as estruturas sociais e intelectuais da época (KOESTLER, 1961). A ciência

moderna não foi apenas uma evolução natural do conhecimento acumulado anteriormente, mas uma verdadeira invenção, uma mudança fundamental na forma como as pessoas compreendiam e se envolviam com o mundo natural (WOOTTON, 2015).

A revolução científica que ocorreu no transcorrer dos séculos XVI e XVII foi a passagem da visão de mundo aristotélica para a mecânica clássica na qual as questões científicas e as suas soluções devem ser apresentadas em linguagem matemática e ser ancoradas em evidências experimentais (PENNEREIRO, 2009). Ela não deve ser analisada apenas como um fenômeno eurocêntrico, mas em uma perspectiva global, pois influenciou e foi influenciada por diferentes culturas ao redor do mundo, sobretudo devido ao papel das trocas culturais, dos contatos interculturais e das transferências de conhecimento entre regiões e povos que foram e são necessárias para a formação do pensamento científico em âmbito global (BURNS, 2015).

Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler, Giordano Bruno e Galileu Galilei foram fundamentais para a transformação da consolidação da visão heliocêntrica do universo, pois desafiaram as concepções tradicionais, promovendo uma abordagem mais observacional e matemática na exploração do cosmos: a interconexão entre as teorias propostas por estes e outros pesquisadores e as disputas intelectuais da época desempenharam um papel crucial neste período da história da ciência (FAUBER, 2019). A transformação científica no início da era moderna foi um fenômeno multifacetado e complexo que não foi impulsionado por uma única causa, mas sim por uma combinação de fatores sociais, políticos, religiosos e filosóficos: a interação dinâmica entre diferentes disciplinas científicas e contextos culturais neste período, destaca a importância da interdisciplinaridade para a formação do pensamento científico (HENRY, 2008).

Em linhas gerais, a revolução científica foi um movimento que transcorreu da publicação da obra “*De revolutionibus*”, por Copérnico em 1543 (significativamente, este é também o ano da morte de Copérnico: a obra foi publicada alguns dias antes do seu falecimento, em 24 de maio de 1543), até a publicação de obra “*Principia*”, por Newton em 1687. A obra “*De revolutionibus orbium coelestium*” de Copérnico – em português, “*As revoluções dos orbes celestes* (COPÉRNICO, 2014) – apresentou a Terra como um planeta em órbita ao redor do Sol, juntamente com os outros cinco planetas conhecidos na época: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno (DAMASIO, 2011). A tradução para o português da carta de prefácio desta obra está disponível livremente para ser lida na internet (REZENDE; REZENDE, 2008); por sua vez a tradução deste livro na íntegra

para o inglês pode ser acessada na internet livremente (COPÉRNICO, 1543). “De revolutionibus” foi um ponto de virada em relação ao modelo cosmológico hegemônico vigente por quase dois milênios.

Nas décadas iniciais do século XVII, Kepler e Galileu exploraram as implicações físicas dessa afirmação, abordando as forças no sistema solar e, assim, iniciando a transformação da astronomia de cinemática para dinâmica (ROCHA *et al.*, 2002). Os novos conceitos desenvolvidos eram inicialmente vagos e confusos – pois tratava-se de todo um novo corpo de conhecimento acerca da natureza que estava sendo construído em paralelo com a tentativa de preservar, na medida do possível, o pensamento físico desenvolvido durante a Idade Média (ZANETIC, 1988) – sendo esclarecidos e desvendados apenas em 1687, com a publicação dos "Principia" de Newton, no qual o autor afirmou que a lei da atração gravitacional era a chave para compreender o universo físico.

O modelo cosmológico desenvolvido pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahe (1546-1601), conhecido como o Sistema Tychoniano, buscava harmonizar elementos dos sistemas geocêntrico e heliocêntrico ao oferecer uma perspectiva “intermediária” sobre o movimento dos corpos celestes. Em sua proposta, a Terra permanecia estacionária como o centro do universo, aderindo ao princípio geocêntrico, enquanto o Sol orbitava em torno dela. Ao mesmo tempo, Tycho Brahe admitia que os cinco planetas orbitavam em torno do Sol (uma ideia heliocêntrica) que os carregava em seu movimento ao redor da Terra (HOSKIN, 2003). Essa dualidade conceitual procurava explicar as complexidades observadas nos movimentos planetários sem abandonar completamente o geocentrismo.

O Sistema Tychoniano preservava a ideia de esferas sólidas para os planetas, alinhando-se com a tradição aristotélica, mas ao mesmo tempo reconhecia que o Sol exercia influência sobre esses corpos celestes. Embora a proposta de Tycho Brahe não tenha se firmado como o modelo predominante, suas observações precisas e meticulosas contribuíram para a evolução do pensamento astronômico. Posteriormente, Johannes Kepler, que foi assistente de Tycho, utilizou os dados observacionais para desenvolver suas três leis do movimento planetário, enquanto Galileu Galilei seguiu adiante com o heliocentrismo, ajudando a estabelecer uma nova visão do cosmos.

O Sistema Tychoniano é abordado na obra de Tycho Brahe, “*De Mundi Aetherei Recentioribus Phaenomenis Liber Secundus*” (uma tradução para o português deste título é: “O segundo livro sobre fenômenos recentes no mundo celestial”), que foi publicada em

latim em 1588. Pelas pesquisas feitas pela internet, não foram encontradas traduções desta obra para o inglês ou para o português, um “buraco editorial” que precisa ser preenchido no futuro, para o benefício da área de pesquisa da história da ciência

O curto relato “*De Nova Stella*” é a principal obra de Tycho Brahe traduzida para o inglês (com o título “The new star”, ou, em português, “A nova estrela”), tendo sido publicada em 1573, tratando da supernova de 1572. As três páginas deste curto relato são transcritas no capítulo “2.4 *The New Star*” do livro “Philosophy of Science: An Historical Anthology” (MCGREW et al., 2009): as páginas 120, 121 e 122, correspondentes a este trabalho de Tycho Brahe estão abertas e acessíveis, podendo ser lidas integralmente pelo “Google Books”. Hoje sabemos que a nova estrela observada por Tycho Brahe em 1572 correspondeu a uma supernova que ficou conhecida como “SN 1572” e envolveu uma explosão estelar extraordinariamente brilhante que ocorreu na constelação de Cassiopeia. As observações detalhadas de Tycho Brahe sobre essa supernova registradas em “*De Nova Stella*”, com dados precisos sobre a posição e o comportamento da estrela recém-descoberta, foram cruciais para o desenvolvimento da astronomia e para a compreensão da natureza dinâmica do universo, pois desafiaram as concepções aristotélicas tradicionais de um cosmos imutável, uma vez que demonstrou que novas estrelas podiam surgir e brilhar intensamente no céu, desaparecendo depois de um período (HINSE et al., 2023).

No que diz respeito ao desenvolvimento da história da astronomia, Johannes Kepler (1571-1630) desempenhou um papel fundamental, tanto pelas suas três leis dos movimentos dos planetas (a lei da forma elíptica, a lei das áreas varridas e a lei harmônica que relaciona o raio e o período das órbitas), quanto por sua defesa da ideia de Copérnico sobre a centralidade do Sol e o movimento orbital em torno dele da Terra: ele promoveu uma passagem de uma astronomia meramente descritiva do ponto de vista matemático, para uma astronomia explicativa que integrasse física e matemática (TOSSATO; MARICONDA, 2010). Ele teve que romper com o axioma platônico dos movimentos celestes circulares e uniformes para conceber as órbitas elípticas dos planetas (TAVARES, 2021).

A colaboração científica que Kepler desenvolveu com Tycho Brahe (a convite deste último que chefiava o observatório astronômico Uraniborg, na Dinamarca) colaborou para que ele se convencesse sobre as vantagens matemáticas do sistema de Copérnico sobre o de Ptolomeu: Kepler, um brilhante teórico, e Brahe, um exímio

experimental, tinham formações e abordagens complementares que acabaram por se complementar de forma bastante fecunda. Na obra “Astronomia Nova”, publicada em 1609, Kepler apresenta as duas primeiras de suas três leis dos movimentos planetários; esta obra na sua versão em inglês está disponível na internet para ser acessada no site archive.org (KEPLER, 1999). Posteriormente, na obra “Harmonia do Mundo” publicada em 1619, Kepler apresentaria a sua terceira e última lei dos movimentos planetários. Este livro que está em domínio público pode ser acessado na internet, em inglês (KEPLER, 2019). Kepler percebeu que para um modelo ser superior ao modelo geocêntrico com epiciclos que se tornou hegemônico no período medieval (no sentido de prever com mais exatidão as posições dos planetas no céu noturno), seriam necessárias que fossem realizadas duas mudanças simultaneamente: 1. Tirar a Terra do centro e colocar o Sol no lugar; 2. Trocar as órbitas circulares por órbitas elípticas.

Galileu Galilei (1564-1642), por sua vez, realizou uma das críticas mais contundentes, até então, à tese aristotélica da imutabilidade dos céus: a cosmologia de Aristóteles que dividia o cosmos em dois mundos (celeste e terrestre) impunha uma série de obstáculos teóricos ao projeto de Galileu de edificar uma física matemática que fosse aplicável ao universo inteiro (BULHÕES, 2012): Galileu colaborou, portanto, para unificar a física terrestre com a física celeste, programa este que se completou com o trabalho de Newton.

Ao longo de seu trabalho, Galileu encontrou algumas dificuldades para explicar os movimentos da Terra e, sob o ponto de vista didático, essas dificuldades podem ser aproveitadas pelos professores em suas atividades com os estudantes: para tanto, é necessário que o professor se envolva com os aspectos históricos da física medieval, para conseguir entender o contexto dos impasses enfrentados (KOESTLER, 1961). Por exemplo, apesar de Galileu ter apresentado uma teoria científica em favor da visão defendida por Copérnico sobre o mundo, ele não conseguiu responder as objeções existentes contra a ideia de que a Terra estaria se movimentando (PENNEREIRO, 2009), algo que para ser compreendido por completo necessita da aceitação do princípio de inércia (primeira lei de Newton): assim, as ideias defendidas por Galileu não estavam de acordo com a visão de mundo prevaletente e hegemônica durante a sua vida. Os avanços e as dificuldades encontradas pelos cientistas têm um grande potencial de uso educacional para esclarecer mais a respeito da Natureza da Ciência e, em particular, sobre o fato de

que a construção de conhecimento científico não é um processo linear rumo à verdade (MONTEIRO; NARDI, 2015).

As observações astronômicas de Galileu com um telescópio se iniciaram em 1609. Nesse ano, ele aprimorou e começou a utilizar um telescópio refrator (uma luneta), que tinha sido inventado na Holanda. A partir do momento em que ele direcionou sua luneta para o céu noturno, uma nova janela de observações experimentais se abriu, permitindo revelar detalhes até então invisíveis a olho nu. Suas descobertas incluíram as fases de Vênus, as montanhas na Lua e as luas de Júpiter: esta última descoberta, em particular, desafiou as concepções tradicionais que afirmavam que todos os corpos celestes orbitavam em torno da Terra. Essa mudança paradigmática questionou a visão geocêntrica prevalecente, contribuindo para a aceitação gradual do heliocentrismo proposto por Copérnico.

As observações com telescópio feitas por Galileu não apenas ampliaram o conhecimento sobre o sistema solar, mas também colaboraram para uma melhor compreensão do lugar da Terra no universo (HEILBRON, 2012). O trabalho com a história da ciência na educação a partir do desenvolvimento de um instrumento científico, como o telescópio, pode ter vantagens em termos didáticos, até para tentar evitar a mitificação que ocorre com personagens, o que costuma ocorrer com uma certa frequência no caso de cientistas (DALL'OLIO, 2022).

Como consequência, em 1610, Galileu publicou, em latim, o livro “Sidereus Nuncius” – a tradução desta obra para o português, intitulada “O Mensageiro das estrelas”, está aberta e disponível na internet para ser acessada e lida pelos interessados (GALILEI, 2009) – na qual ele relatou suas descobertas astronômicas feitas com o uso do telescópio. Essa é uma obra de imensa importância para a história da ciência e da astronomia, e um marco significativo no desenvolvimento do método científico. A publicação de “Sidereus Nuncius” contribuiu para a aceitação do modelo heliocêntrico e marcou um ponto de virada na transição do pensamento astronômico. Além disso, ao divulgar suas descobertas de maneira acessível, Galileu incentivou a prática de observação direta e empírica, estabelecendo um precedente para o método científico moderno (ALBERGARIA, 2009).

Galileu Galilei emergiu como um filósofo natural crucial para a transformação do pensamento científico na transição do pensamento medieval para a ciência moderna, sobretudo com a publicação em 1632 de sua obra “Diálogo sobre os dois máximos

sistemas do mundo” (GALILEI, 2011); esta obra em inglês, “*Dialogue Concerning the Two Chief World Systems*” (dividida em quatro partes, correspondentes aos quatro dias de diálogos) está disponível na internet para ser acessada livremente (GALILEI, s/d). Um pequeno extrato em português da segunda jornada desta obra está disponível para ser acessado na internet (MARICONDA, 2001): os diálogos entre Salviati, Simplicio e Sagredo têm um grande potencial para serem usados como recurso didático em sala de aula. Na língua original, o italiano, a obra “*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*” está também disponível na internet para ser lida em duas versões no idioma italiano contemporâneo (GALILEI, 1970; GALILEI, s/d) e em uma versão escaneada da obra original (GALILEI, 1632).

Galileu promoveu a ideia de que a natureza é governada por leis matemáticas precisas e estabeleceu a abordagem experimental como um alicerce para a ciência moderna, contribuindo decisivamente para a astronomia e tornando-se uma peça fundamental na revolução científica ocorrida há cerca de quatro séculos (KOYRÉ, 1992).

A transição da visão tradicional geocêntrica para o modelo heliocêntrico não foi apenas uma alteração no entendimento científico, mas sim uma verdadeira revolução na forma como a comunidade científica passou a perceber e interpretar o mundo. As resistências às novas ideias foram enfrentadas pelos proponentes do heliocentrismo e a mudança de paradigma decorrente transformou não apenas a astronomia, mas também a própria natureza da atividade científica: a “Revolução Copernicana” desempenhou um papel significativo na compreensão acerca da dinâmica de produção e transformação do pensamento científico. O sistema aristotélico-ptolomaico proporcionou um apelo maior do que um simples sistema astronômico, porque também estava entrelaçado com crenças filosóficas e teológicas mais amplas: entretanto, o apelo do sistema aristotélico-ptolomaico que foi hegemônico por quase dois milênios tornou mais difícil a proposta de um outro sistema e isto precisa ser destacado em atividades educacionais (KUHN, 2017).

A obra “*Principia*” publicada por Isaac Newton (1643-1727) em 1687 foi o ápice de toda a revolução científica dos séculos XVI e XVII e significou a consolidação definitiva da nova visão de mundo, tanto em termos cosmológicos (com a explicação de porque a Terra orbitava em torno do Sol), quanto no que diz respeito ao surgimento de uma nova física, a mecânica newtoniana ou mecânica clássica, em que os movimentos são regidos por leis matemáticas – seguindo o programa defendido por Galileu – que permitem prever onde um corpo estará no futuro, a partir do conhecimento das condições

iniciais e das forças que atuam sobre este corpo. A tradução para o português dos “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural” (NEWTON, 2022) pode ser acessada também livremente na internet pelo site archive.org.

Há então uma incomensurabilidade entre a física medieval e a física newtoniana, ou seja, uma diferença fundamental nas concepções do mundo e nas abordagens científicas entre esses dois períodos históricos. Na física medieval, fortemente influenciada pela filosofia aristotélica, a visão predominante era geocêntrica, com a Terra no centro do universo e os corpos celestes movendo-se em esferas concêntricas ao seu redor, e com uma física, na superfície terrestre, baseada em movimentos naturais e forças proporcionais às velocidades. A física newtoniana, por sua vez, envolve um modelo heliocêntrico, com leis universais do movimento e da gravidade que se aplicavam tanto aos corpos celestes quanto aos corpos terrestres: as leis de Newton – segundo as quais, as forças são proporcionais às acelerações – proporcionaram uma estrutura matemática sólida para entender os movimentos e as interações físicas. Como esses dois paradigmas não podem ser reconciliados, a transição da física medieval para a newtoniana representou uma mudança de paradigma radical, marcada pela emergência da necessidade de evidências experimentais para ancorar afirmações teóricas e de modelos matemáticos para descrever os fenômenos naturais. Essa mudança teve implicações profundas não apenas na física, mas também na visão geral do universo e no papel da ciência na compreensão do mundo (SOUSA JUNIOR; ROSA, 2020).

GIORDANO BRUNO

Giordano Bruno (1548-1600) foi um pensador do século XVI que desempenhou um papel crucial para o desenvolvimento da filosofia natural e foi um propagador de ideias que revolucionariam a história do conhecimento, desafiaram a ortodoxia da época e contribuíram para a evolução do pensamento científico. Mesmo tendo se tornado um obstinado apoiador de ideias que iam contra as doutrinas estabelecidas em sua época, ele manteve uma profunda fé em Deus, desenvolveu relações intensas com as tradições do ocultismo derivadas de filosofias primitivas ligadas à figura de Hermes Trismegisto e tentou articular ideias científicas modernas com antigas tradições místicas (WHITE, 2003).

Ele viveu na segunda metade do século XVI, em que passou a ocorrer um renovado esforço da Igreja Católica para tentar restabelecer a hegemonia, abalada com a

Reforma Protestante (processo iniciado por Martinho Lutero em 1517), algo que assumiu formas diversas nas várias partes da Europa, mas que em termos de repressão, correspondeu a uma intensificação dos processos contra heresias (GINZBURG, 2006).

Giordano Bruno nasceu em 1548, em Nola (por isso é conhecido pela denominação de o “nolano”), uma região da província de Nápoles, foi ordenado sacerdote pela Ordem dos Dominicanos, viveu entre luteranos e calvinistas, e viajou extensivamente pela Europa, tendo passado períodos em Genebra, Toulouse, Paris, Londres, Oxford e Wittenberg, dentre outras cidades importantes (LOPES, 2014). Seu nome de batismo era Filippo, mas, quando foi ordenado dominicano, ele adotou o nome Giordano. Quando jovem, estudou filosofia grega e medieval, bem como a cabala judaica, apaixonou-se pela filosofia e tornou-se um crítico da cosmologia aristotélica e um firme defensor das ideias copernicanas – ele foi contemporâneo de Tycho Brahe, Kepler e Galileu –, difundindo-as amplamente na sociedade intelectual de sua época, o que o afastou da ortodoxia católica. Giordano Bruno não incluiu a matemática em suas reflexões teóricas, o que o diferenciava da abordagem defendida por Galileu posteriormente (WHITE, 2003).

No campo da ontologia – o ramo da filosofia que estuda conceitos como a existência e a realidade, assim como questões sobre como as entidades são agrupadas em categorias básicas e sobre quais dessas entidades existem no nível mais fundamental – ele elevou a visão renascentista do mundo ao seu auge. Se hoje podemos conceber o espaço como infinito, esse avanço se deve muito a Bruno que fez da ideia de infinitos mundos um componente central de sua filosofia, tornando-se um pensador importante de sua época, até mesmo por que não tinha receio em expor ideias consideradas heréticas naquele momento histórico (MORRIS, 1998).

Giordano Bruno foi mais longe que Copérnico, ao argumentar que mesmo no modelo heliocêntrico copernicano, o Sol permanecia como o centro em um universo limitado, cercado pela esfera fixa de estrelas. De modo alternativo, Bruno propôs que o Sol seria somente o centro do nosso sistema planetário e apenas uma estrela, semelhante às outras que se veem no céu noturno e que estariam muito mais distantes de nós, por isso tendo um brilho muito menor que o do Sol. Bruno contribuiu para o desenvolvimento da física ao promover a ideia de um universo ilimitado (NEVES, 2000). Essa defesa da ideia de um universo infinito na dimensão do sensível e no âmbito cosmológico (BARACAT FILHO, 2009), influenciou o desenvolvimento da física produzida posteriormente.

Em uma de suas obras, escrita em 1584 (uma espécie de “*annus mirabilis*” ou ano milagroso de Giordano Bruno, devido à sua intensa produção intelectual neste ano), “*Le Cena delle Ceneri*” – “A Ceia das Cinzas”, em português –, Giordano Bruno apresentou de maneira revolucionária sua concepção de um sistema de referência, o ponto de partida para um complexo percurso que levaria, no século XVII, ao desenvolvimento de um dos conceitos mais essenciais em toda a física clássica: a inércia (LIMA *et al.*, 2004). Posteriormente, Galileu adotou a concepção articulada por Giordano Bruno, de que os movimentos de um corpo não podem ser observados por qualquer outro corpo em movimento sincronizado com ele, introduzindo o conceito de relatividade do movimento e elaborando-o como um princípio (PORTO; PORTO, 2009).

As ideias de Bruno questionaram a estrutura da compreensão científico-religiosa medieval, segundo a qual o céu e seus segredos serviam como uma espécie de moldura para a humanidade, que era considerada a obra-prima do criador e o centro do universo: a proposta heliocêntrica desagradou muitos, principalmente porque retirou da humanidade sua posição especial no universo (BROOKE, 2014).

Em maio de 1592, Giordano Bruno ficou empolgado com a ascensão de Clemente VIII ao papado e pensou em escrever uma obra dedicada a ele. Ele foi a Veneza, onde foi acolhido por Giovanni Mocenigo (1558-1623), membro de uma ilustre família da cidade de Veneza. Quando Bruno estava prestes a retornar para Frankfurt, ele foi denunciado por Mocenigo à Inquisição veneziana, dando início ao período de sua perseguição (NEVES, 2004). O processo de Giordano Bruno, que durou quase oito anos, começou em 1592 e terminou no início de 1600. Durante a fase final desse processo, Bruno enfrentou um conflito interno entre o desejo de evitar a morte ao renunciar às suas crenças e a relutância em abandonar ideias que considerava fundamentais, como a infinitude do universo. Ele percebeu que se renunciasse às suas convicções, corria o risco do silenciamento de sua filosofia e de si mesmo como seu idealizador.

Giordano Bruno foi executado e queimado na fogueira pela Inquisição em 17 de fevereiro de 1600, no Campo das Flores, em Roma, após passar sete anos detido. As acusações incluíam sua oposição à ortodoxia cristã e sua ideia de um universo infinito (inclusive com outros mundos sendo habitados), desafiando a visão tradicional da Terra como centro exclusivo. A vida de Giordano Bruno mostra a importância da liberdade de pensamento para a ciência.

O estudo da vida de Giordano Bruno salienta a importância da audácia intelectual e do papel essencial da história e da filosofia da ciência na busca pelo conhecimento. Giordano Bruno foi uma figura marcante, pois sua concepção sobre a infinitude do universo, influenciou gerações posteriores de cientistas (NOVELLO, 2022). Suas ideias continuam a inspirar nossa compreensão do universo no século XXI, como, por exemplo, na sua previsão da existência de outros mundos planetários ou exoplanetas (SEAGER, 2010), apontada por ele há mais de quatro séculos na sua obra “Sobre o Infinito, o Universo e os Mundos”: “Existem, pois, inúmeros sóis, existem terras infinitas, as quais se movimentam à volta daqueles sóis” (BRUNO, 1972).

Personalidades complexas como Giordano Bruno e Galileu Galilei são difíceis de classificar, existindo sempre muitos prismas possíveis a serem examinados (BOIDO, 1996). Há pelo menos três enfoques possíveis a respeito de Giordano Bruno: 1. a caracterização de seu pensamento filosófico no contexto mais amplo do que a época em que viveu; 2. os julgamentos da inquisição que o levaram para a fogueira; 3. a figura e o legado de Bruno nas diversas áreas do pensamento humano.

As ideias de Giordano Bruno continuam tendo relevância, em particular, para o ensino de ciências, sobretudo nos dias de hoje, em que movimentos de negação da ciência têm se fortalecido (PINTO, 2012). Há um grande potencial didático em explorar a importância de Giordano Bruno na história da ciência e em refletir como suas ideias sobre o universo, a natureza e a filosofia contribuíram para moldar o pensamento científico moderno: uma razão para promover o uso educacional da história e da filosofia da ciência é a capacidade de adquirir conhecimentos científicos por meio de uma abordagem histórico-filosófica (MONTEIRO; MARTINS, 2015).

Giordano Bruno foi um verdadeiro comunicador da ciência e um excelente propagador das ideias modernas que acabariam, futuramente, por prevalecer na Europa. O tratamento não matemático dado a ele para o heliocentrismo ajudou também, de certo modo, na difusão das ideias de Copérnico a estudantes e leigos que assistiam às suas palestras e liam seus livros (WHITE, 2003).

Uma das obras mais importantes que ele publicou originalmente em italiano, em 1584, foi “*De l'infinito, universo e mondi*”, que consta de uma epístola preambular e cinco diálogos, estratégia de divulgação de ideias que foi posteriormente usada também por Galileu e que remonta a Sócrates (469 a.C. – 399 a.C.) que usava o

método de questionamento por meio diálogos para estimular o pensamento crítico e a reflexão pessoal (KUNZLER, 2021).

A obra “*De l'infinito, universo e mondi*” tem três traduções para o português, todas elas disponíveis na internet para serem acessadas e lidas. A primeira tradução para o português, feita por Helda Barraco e Nestor Deola, foi publicada em 1972, na coleção “Os Pensadores” da Editora Abril, e intitulada “Sobre o Infinito, o Universo e os Mundos” (BRUNO, 1972). A segunda tradução para o português (de Portugal), feita por Aura Montenegro, foi publicada em 1984, pela Fundação Calouste Gulbenkian (em Lisboa), e intitulada “Acerca do Infinito, do Universo e dos Mundos” (BRUNO, 1984). A terceira tradução para o português, feita por Diamantino Fernandes Trindade e Lais dos Santos Pinto Trindade, foi publicada em 2006 no Brasil, pela Editora Madras, e intitulada “Acerca do Infinito, do Universo e dos Mundos” (BRUNO, 2006). Na língua original, o italiano, a obra “*De l'infinito, universo e mondi*” está também aberta e disponível na internet para ser lida (BRUNO, 1584). Finalmente, em inglês, sob o título “*On the Infinite Universe and Worlds*” esta obra também está disponível na internet para ser lida (BRUNO, s/d).

A discussão de trechos de obras originais de cientistas pode contribuir para uma imersão no contexto social e cultural de uma determinada descoberta científica (COLONESE, 2009). Trabalhar com obras originais da história da ciência no ensino pode ser uma estratégia útil a professores, pois proporciona aos estudantes uma experiência direta com as fontes primárias que moldaram os fundamentos do conhecimento científico. A análise de textos originais permite que os alunos compreendam as perspectivas e os desafios enfrentados pelos cientistas em diferentes épocas, bem como promove habilidades críticas de leitura, interpretação e contextualização. Além disso, a interação com as obras originais oferece aos estudantes a oportunidade de apreciar a complexidade do desenvolvimento científico e refletir sobre as mudanças paradigmáticas ao longo do tempo.

Em particular, muitas dos cientistas e das obras citadas neste trabalho (o Quadro 1 sintetiza as informações a este respeito, tais como: ano de nascimento e ano de morte do cientista, bem como título e ano de publicação de suas principais obras) estão acessíveis pela internet e podem ser utilizadas de modo positivo em atividades didáticas de diversas disciplinas, sobretudo no ensino de física. Neste Quadro 1 são apresentados seis cientistas importantes na revolução científica dos séculos XVI e XVII. Um deles é o

de Giordano Bruno e em relação a ele, dos outros cinco, em uma linha temporal, um o precedeu em termos históricos (Copérnico), três foram contemporâneos a ele (Tycho Brahe, Galileu e Kepler) e um viveu depois dele (Newton). Quase todas as obras destes autores, na íntegra ou em trechos (em português ou em inglês), podem ser encontradas e lidas livremente na internet, com os links sendo apresentados nas referências, ao final deste artigo.

Quadro 1 - Informações sobre a vida e as principais obras de autores citados neste trabalho.

Filósofo natural/ cientista	Ano de nascimento - ano de morte	Obras principais no contexto do tema central investigado neste trabalho (sistemas de mundo)	Ano de Publicação
Nicolau Copérnico	1473-1543	As revoluções dos orbes celestes (Título original em latim: <i>De revolutionibus orbium coelestium</i>)	1543
Tycho Brahe	1546-1601	A nova estrela (título original em latim: <i>De Nova Stella</i>) O segundo livro sobre fenômenos recentes no mundo celestial (Título original em latim: <i>De Mundi Aetherei Recentioribus Phaenomenis Liber Secundus</i>)	1573 1588
Giordano Bruno	1548-1600	A Ceia das Cinzas (título original em italiano: <i>Le Cena delle Ceneri</i>) Acerca do Infinito, do Universo e dos Mundos (<i>De l'infinito, universo e mondi</i>)	1584 1584
Galileu Galilei	1564-1642	O Mensageiro das Estrelas (título original em latim: <i>Sidereus Nuncius</i>) Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo (Título original em italiano: <i>Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo</i>)	1610 1632
Johannes Kepler	1571-1630	Astronomia Nova (Título original em latim: <i>Astronomia Nova</i>) Harmonia do Mundo (Título original em latim: <i>Harmonices Mundi</i>)	1609 1619
Isaac Newton	1643-1727	Princípios Matemáticos da Filosofia Natural (Título original em latim: <i>Philosophiae Naturalis Principia Mathematica</i>)	1687

Fonte: Autores (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo procurou investigar as possibilidades educacionais do estudo da revolução científica dos séculos XVI e XVII e do papel crucial desempenhado nela por Giordano Bruno – um filósofo natural que buscou o conhecimento e combinou em sua vida a paixão e a tragédia –, bem como apontar as nuances complexas existentes para o entendimento do desenvolvimento da ciência. A análise das ideias inovadoras que impulsionaram esse período permite entender os debates acerca dos modelos de mundo geocêntrico e heliocêntrico deste período, destacando a necessidade de uma abordagem contextualizada no ensino. A compreensão dos conflitos paradigmáticos e a ênfase na não linearidade dos processos históricos emergem como elementos fundamentais para uma educação mais abrangente e crítica, em particular, no atual momento de crescimento e fortalecimento de diversos movimentos de negação da ciência.

Além disso, a ênfase no uso de obras originais no ensino destaca-se como uma prática pedagógica valiosa. Ao fornecer referências e links para diversas obras analisadas e que estão disponíveis na internet, este artigo busca facilitar o acesso direto a fontes primárias, o que pode auxiliar educadores e pesquisadores. A importância de abordar a complexidade dos debates acadêmicos, especialmente quando há uma disputa entre diferentes paradigmas, ressalta a necessidade de uma educação que compreenda a evolução do conhecimento científico como um processo dinâmico e multifacetado.

Em resumo, este ensaio representa uma revisão da bibliografia existente sobre a revolução científica e a obra de Giordano Bruno, consolidando-se como uma fonte para o potencial uso educacional. A integração entre conhecimento histórico, ensino e o acesso direto a fontes originais, pode enriquecer o ensino e proporcionar uma compreensão mais profunda e contextualizada do desenvolvimento científico ao longo da história.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à CAPES pelo fomento fornecido para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALBERGARIA, D. O legado de Galileu para a ciência moderna. *ComCiência*, n. 112, 2009.

ALVIN, M. H.; ZANOTELLO, M. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva contribuições para a formação cidadã e reflexiva. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 2, p. 349-359, 2014.

ARISTÓTELES. **De Caelo – Sobre os Céus (trechos)**. Tradução: Roberto de Andrade Martins. s/d. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/363782/mod_resource/content/. Acesso em: 18 dez. 2023.

BARACAT FILHO, A. A. O infinito segundo Giordano Bruno. 2009. 183 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

BOIDO, G. **Noticias del planeta tierra** – Galileo Galilei e la revolución científica. Buenos Aires: A-Z Editora, 1996.

BROOKE, J. **Science and religion: some historical perspectives**. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2014.

BRUNO, G. **Le cena delle Ceneri**. 1584. Disponível em: <https://www.intratext.com/IXT/ITA1490/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

BRUNO, G. **On the Infinite Universe and Worlds**. s/d. Disponível em: https://www.faculty.umb.edu/gary_zabel/Courses/Parallel%20Universes/Texts/On%20the%20Infinite%20Universe%20and%20Worlds.htm. Acesso em: 18 dez. 2023.

BRUNO, G. **Sobre o Infinito, o Universo e os Mundos** (Coleção: Os Pensadores). Tradução de Helda Barraco e Nestor Deola. São Paulo: Abril Cultural, 1978. Disponível em: <https://taperto.files.wordpress.com/2012/06/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

BRUNO, G. **Acerca do Infinito, do Universo e dos Mundos**. Tradução de Aura Montenegro. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, 2016. Disponível em: https://www.academia.edu/49820722/Giordano_Bruno_Acerca_do_Infinito_do_Universo_e_dos_Mundo_s. Acesso em: 18 dez. 2023.

BRUNO, G. **Acerca do Infinito, do Universo e dos Mundos**. Tradução de Diamantino Fernandes Trindade e Lais dos Santos Pinto Trindade. São Paulo: Editora Madras, 2006. Disponível em: <https://doceru.com/doc/1v85xcc>. Acesso em: 18 dez. 2023.

BRUNO, G. **De l'infinito, universo e mondi**. 1584. Disponível em: https://www.pensierofilosofico.it/ebooks_file/deinfinitouuniverso13588679021.pdf. Acesso em: 18 dez. 2023.

BULHÕES, A. F. de. **Diálogo sobre a imutabilidade do céu: Aristóteles e Galileu**. 2012. 129 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10682>. Acesso em: 18 dez. 2023.

BURNS, W. E. **The Scientific Revolution in Global Perspective**. New York, U.S.A.: Oxford University Press, 2015.

COHEN, M. R.; DRABKIN, I. E. **A source book in Greek Science**. New York, U.S.A.: McGraw-Hill Company, 1948.

COLONESE, P. H. História da ciência a partir de fontes originais, textos teatrais e iconografias: os casos das estrelas esquisitas de Júpiter, do escriba egípcio Ahmés e do curioso Leeuwenhoeck. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DE CIÊNCIAS, 7., Florianópolis, 2009. **Anais [...]**. Florianópolis: ENPEC, 2009. Disponível em: <https://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec>. Acesso em: 18 dez. 2023.

COPÉRNICO, N. **As revoluções dos orbes celestes**. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

COPÉRNICO, N. **De Revolutionibus (On the Revolutions)**. 1543. Disponível em: https://www.geo.utexas.edu/courses/302d/Fall_2011/. Acesso em: 18 dez. 2023.

COUTINHO, C. N. **História da Filosofia: o Renascimento**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/>. Acesso em: 18 dez. 2023.

DALL'OLIO, R. L. dos S. O Telescópio e a Revolução Científica do século XVII. **Khronos**, n. 13, p. 45-60, 2022.

DAMASIO, F. O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, p. 3602, 2011.

FAUBER, L. S. **Heaven on Earth: how Copernicus, Brahe, Kepler, and Galileo discovered the modern world**. New York, U.S.A.: Pegasus Books, 2019.

FREITAS, J. de A. **RPG Medieval Ibérico: a interpretação de papéis como uma estratégia para o ensino de Idade Média no ensino fundamental**. 2017. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de História) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

GALILEI, G. **O Mensageiro das Estrelas**. São Paulo: Scientific American Brasil/Duetto/Museu de Astronomia, 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/32808303/O_Mensageiro_das_Estrelas. Acesso em: 18 dez. 2023.

GALILEI, G. **Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo**. Torino, Itália: Libero Sosio, 1970. Disponível em: https://moodle2.units.it/pluginfile.php/273610/mod_resource/content/. Acesso em: 18 dez. 2023.

GALILEI, G. **Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo**. s/d. Disponível em: <http://www.ousia.it/content/sezioni/testi/GalileiDialogoMassimiSistemi.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.

GALILEI, G. **Dialogo di Galileo Galilei Linceo matematico straordinario dello studio di Pisa. E filosofo, e matematico primario del serenissimo gr. duca di Toscana. Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre sopra i due massimi sistemi del mondo tolemaico, e copernicano**. 1632. Disponível em: <https://library.si.edu/digital-library/book/dialogodigalileo00gali>. Acesso em: 18 dez. 2023.

GALILEI, G. **Dialogue Concerning the Two Chief World Systems**. s/d. Disponível em: <http://law2.umkc.edu/faculty/projects/ftrials/galileo/dialogue.html>. Acesso em: 18 dez. 2023.

GALILEI, G. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo**. São Paulo: Editora 34, 2011.

GINZBURG, C. **O queijo e os vermes**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

HEATH, T. **Aristarchus of Samos: The Ancient Copernicus**. Mineola, U.S.A.: Dover Publications, 2007.

HEILBRON, J. L. **Galileo**. 2012. New York, U.S.A.: Oxford University Press, 2012.

HENRY, J. **The scientific revolution and the origins of modern science**. London, U.K.: Red Globe Press, 2008.

HINSE, T. C.; DORCH, B. F.; OCCHIONERO, L. V. T.; HOLCK, J. P. How Tycho Brahe's recordings in 1572 support SN 1572 as a type I(a) supernova. **Frontiers in Astronomy and Space Sciences**, v. 10, v. 12, p. 1-20, 2023.

HOSKIN, M. (Org.). **The cambridge concise history of astronomy**. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 1999.

HOSKIN, M. **The History of Astronomy: A Very Short Introduction** Oxford, U.K.: Oxford University Press, 2003.

KEPLER, J. **Johannes Kepler and the New Astronomy**. Oxford, U.K.: Oxford University Press, 1999. Disponível em: <https://archive.org/details/johannes-kepler-and-the-new-astronomy-by-james-r.-voelkel-z-lib.org/page/n5/mode/2up>. Acesso em: 18 dez. 2023.

- KEPLER, J. **Astronomia Nova**. Santa Fe, U.S.A.: Green Lion Press, 2015.
- KEPLER, J. **Harmonies of the World**. London, U.K.: Global Grey Books, 2019. Disponível em: https://mathship.com/900/Astronomy/kepler_harmonies-of-the-world.pdf. Acesso em: 18 dez. 2023.
- KOESTLER, A. **Os sonâmbulos**. São Paulo: IBRASA, 1961.
- KOYRÉ, A. **Estudos galilaicos**. Lisboa, Portugal: Editora Dom Quixote, 1992.
- KOYRÉ, A. **Do mundo fechado ao universo infinito**. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 2006.
- LIMA, D. C. F.; ANDERSOM, E.; ALMEIDA, R. F.; PEDROCHI, F.; SATO, F.; PHILIPPSSEN, G. S.; SIMONETTI, G. M. D.; MANTAVANI, I. F.; MOEDA, O. A.; SILVA, K. C.; ZAN, K. M.; ANDRADE, M. F.; SANCHES, M. B.; CAMASRGO, S.; OLIVEIRA, T. C.; NEVES, M. C. D. A inquisição e a relação Bruno-Galileu. **Arquivos da APADEC**, v. 8, n. 1, p. 69-72, 2004.
- LOPES, I. C. Giordano Bruno: de Nola a Roma. **Reflexões**, v. 3, n. 5, p. 1-15, 2014.
- MARICONDA, P. R. **Extrato da Segunda Jornada dos Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo, de Galileu Galilei**. São Paulo: Discurso Editorial, 2001. Disponível em: <https://www.if.ufrj.br/~marta/cederj/relatividade/dialogos-galileu-navio.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164–214, 1995.
- MCGREW, T.; ALSPECTOR-KELLY, M.; ALLHOFF, F. **Philosophy of Science: An Historical Anthology**. West Sussex, U.K.: John Wiley & Sons, 2009. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/BRATNS-2>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- MONTEIRO, M. A.; NARDI, R. As contribuições de Galileu à astronomia nas abordagens de livros didáticos de física: uma análise na perspectiva da natureza da ciência. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 10, n. 1, p. 58-72, 2015.
- MONTEIRO, M. M.; MARTINS, A. F. P. História da ciência na sala de aula: Uma sequência didática sobre o conceito de inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, 4501, 2015.
- MORRIS, R. **Uma breve história do infinito: Dos paradoxos de Zenão ao universo quântico**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1998.
- NEVES, M. C. D. Inertia and infinity in the physics of Giordano Bruno. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, ano 2, n. 1, p. 101-113, 2000.
- NEVES, M. C. D. **Do infinito, do mínimo e da inquisição em Giordano Bruno**. Ilhéus, Ba: Editora da UESC, 2004. Disponível em: http://www.uesc.br/editora/livrosdigitais2015/do_infinito_do_minimo.pdf. Acesso em: 18 dez. 2023.
- NEWTON, I. **Princípios Matemáticos da Filosofia Natural**. São Paulo: EDUSP, 2022. Disponível em: <https://archive.org/details/Principia.Livro.1.2.3-Isaac.Newton/>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- NOVELLO, M. A atualidade de Giordano Bruno. **Cadernos de Astronomia**, v. 3, n. 2, p. 149-152, 2022.
- PENEREIRO, J. C. Galileu e a defesa da cosmologia copernicana: a sua visão do universo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 173–198, 2009.
- PINTO, A. **O infinito: ideias, transformações e as considerações de Giordano Bruno**. 2012. 159 f. Tese (Doutorado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2012.

PORTO, C. M.; PORTO, M. B. D. S. M. Galileu, descartes e a elaboração do princípio da inércia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4601–4610, 2009.

PTOLEMY. **Almagest**. Tradução de G. J. Toomer. London, U.K.: Duckworth, 1988. Disponível em: https://classicalliberalarts.com/resources/PTOLEMY_ALMAGEST_ENGLISH.pdf. Acesso em: 18 dez. 2023.

ROCHA, J. F. **Origens e evolução das ideias da Física**. Salvador: EDEUFBA, 2002.

REZENDE, C. N. de; REZENDE, A. Muniz de. Prefácio de Nicolau Copérnico aos Livros das Revoluções para o Santíssimo Senhor Paulo III, Sumo Pontífice. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, série 3, v. 18, n. 1, p. 259-268, 2008.

SEAGER, S. **Exoplanets**. Tucson, U.S.A.: The University of Arizona Press, 2010.

SOUSA JUNIOR, F. de A. L. de; ROSA, L. P. A transição da Física Clássica para a Física Moderna segundo Thomas Kuhn. **Revista Scientiarum Historia**, v. 2, p. 8-15, 2019.

TAVARES, C. da R. **A Astronomia Nova de Kepler: um estudo sobre a determinação da órbita elíptica de Marte**. São Paulo: Editora Dialética, 2021.

TOSSATO, C. R.; MARICONDA, P. R. O método da astronomia segundo Kepler. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 3, p. 339–366, 2010.

WHITE, M. Giordano Bruno. El hereje impenitente. Buenos Aires Javier Vergara Editor- Grupo Zeta, 2003.

WOORTMANN, K. **Religião e Ciência no Renascimento**. Brasília, DF: Editora da Universidade de Brasília, 1996. Disponível em: <http://dan2.unb.br/images/doc/Serie200empdf.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.

WOOTTON, D. **The Invention of Science**. New York, U.S.A.: Harper, 2015.

WYMAN, P. **No limiar da História: Renascimento, Reforma e os 40 anos que mudaram o mundo (1490-1530)**. São Paulo: Editora Objetiva, 2022.

ZANETIC, J. Dos “Principia” da Mecânica aos “Principia” de Newton. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. especial, p. 23-35, 1988.

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