

O SIDEREUS NUNCIUS REVISITADO: LENDO GALILEO GALILEI EM TEMPOS DE NEGACIONISMO CIENTÍFICO

The Sidereus Nuncius Revisited: Reading Galileo Galilei in Times of Scientific Negationism

Marcos Cesar Danhoni Neves [mcdneves@uem.br]

Josie Agatha Parrilha da Silva [japsilva@uepg.br]

Arão Victor Rocha dos Santos [araovictorr@gmail.com]

Gabriel Costa Sartori [physis.sartori@gmail.com]

Gustavo Henrique Sahn [ra107391@uem.br]

Lucas Freitas Bizerra [freitaslucas562@gmail.com]

Maria Clara Giacometti Paulino [mariaclaragiacometti@gmail.com]

Maria Rita Luzan Maraschi [mariarmaraschi@gmail.com]

Milena Cristina Pompilho Ferruzzi [milenaferuzzie@gmail.com]

Muriel Yasmin Jorge [ra123887@uem.br]

Nuria Criado Scarpin [ra112441@uem.br]

Pietro Giuseppe Cargin Ferreira [pietrogcf@gmail.com]

Rafaela Lavagnoli [ra129978@uem.br]

Raphael Fernandes de Almeida [ra129978@uem.br]

Departamento de Física e PCM - Universidade Estadual de Maringá

Av. Colombo, 579, Maringá-PR, 87020-900

Recebido em: 12/08/2023

Aceito em: 26/11/2023

Resumo

O trabalho destaca a importância da divulgação científica de qualidade e a rememoração de descobertas antigas relevantes, como as do livro *Sidereus Nuncius* de Galileu Galilei, escrito em 1610. Essa obra descreve descobertas telescópicas revolucionárias que desafiaram as ideias aristotélicas. O objetivo aqui é descrever uma exposição imersiva que pudesse reconstituir o texto completo do *Sidereus*, permitindo que os visitantes pudessem, além de realizar observações astronômicas galileanas (com telescópio refrator até semelhante ao do físico italiano), ler diretamente o texto crucial que marcou a história da Ciência a partir do Renascimento. A importância de Galileu no contexto contemporâneo é ressaltada devido à negação generalizada da Ciência que vivemos nos últimos seis anos, dentro de um contexto político que recapitulou fatos obscuros da própria história humana. Essa negação prejudicou a educação e a formação científica de nossos jovens, assim como a educação de uma forma generalizada. A exposição imersiva realizada contou com a realização de fotografias *in situ* das observações galileanas feitas pelo grupo PET-FÍSICA, utilizando telescópios (refratores e refletores), em especial o relevo lunar, as manchas solares e os satélites galileanos em Júpiter.

Palavras-chave: Sidereus Nuncius. Galileo Galilei. Observações astronômicas. Educação científica. Negacionismo.

Abstract

The work highlights the importance of quality scientific dissemination and the remembrance of relevant ancient discoveries, such as those in the book *Sidereus Nuncius* by Galileo Galilei, written in 1610. This work describes revolutionary telescopic discoveries that challenged Aristotelian ideas. The objective here is to describe an immersive exhibition that could reconstitute the complete text of *Sidereus*, allowing visitors to, in addition to carrying out Galilean astronomical observations (with a refractor telescope even similar to that of the Italian physicist), directly read the crucial text that marked history of Science since the Renaissance. The importance of Galileo in the contemporary context is highlighted due to the widespread denial of Science that we have experienced in the last six years, within a political context that has recapitulated obscure facts of human history itself. This denial harmed the education and scientific training of our young people, as well as education in general. The immersive exhibition held included in situ photographs of the Galilean observations made by the PET-FÍSICA group, using telescopes (refractors and reflectors), in particular the lunar relief, sunspots and Galilean satellites on Jupiter.

Keywords: Sidereus Nuncius. Galileo Galilei. Astronomical observations. Science education. Science deniers.

Introdução

Galileo sempre defendeu a importância da observação empírica e da experimentação para confirmar hipóteses científicas que ele levantou após seu processo de conversão do aristotelismo-tomista para uma nova ciência que vinha sendo construída desde o *De Revolutionibus orbium coelestium*, de Nicolau Copérnico e *La cena delle ceneri*, de Giordano Bruno (NEVES, 2004). Infelizmente, hodiernamente, esses princípios muitas vezes são negligenciados quando as Ciências Naturais são tratadas e discutidas em sala de aula, principalmente devido ao clima de negação da ciência (*negacionismo*) que temos enfrentado nos últimos seis anos. O trabalho enfatiza que a divulgação científica de qualidade, com enfoque fortemente histórico, pode estimular o interesse e a participação dos alunos na Ciência, além de ajudá-los a compreender a importância dela na resolução dos problemas que afetam nossa sociedade.

Comparando as ideias de Galileo com o cenário atual, é notável que a educação científica contemporânea ainda valoriza a experimentação e a observação, mas também enfrenta desafios de informações imprecisas e incorretas provenientes de fontes não confiáveis. A jornada de Galileo destaca a importância de questionar crenças estabelecidas, adotando uma abordagem rigorosa e baseada em evidências na busca pelo conhecimento, ressaltando a

importância de um método científico sólido na formação de uma compreensão mais precisa do mundo natural.

Fundamentação teórica

Quando Galileo se tornou catedrático em Matemática na Universidade de Pisa, começou a realizar investigações acerca da Física, sobretudo dos fenômenos relativos à Mecânica, buscando retratar fenômenos na linguagem matemática. Isso ocasionou violenta oposição da ciência na época, dominada por peripatéticos, impregnados da doutrina aristotélica desidratada pelo tomismo. Em 1604, o físico italiano será, pela primeira vez importunado pela Inquisição, fato que se repetirá em 1612 e, finalmente, em 1633, quando será colocado em prisão domiciliar até o final de sua vida. Essa longa trajetória resultou num trabalho complexo que equacionar os movimentos dos corpos tanto na chamada física sublunar e física supralunar (rompendo as fronteiras impostas pelo aristotelismo). As obras *Sidereus nuncius*, *Trattato sulle macchie solari*, *Il Saggiatore* (“O Ensaaiador”, GALILEI - 1999), *Dialoghi sopra i due massimi sistemi del mondo*, *Discorsi intorno a due nuove scienze*, marcam uma nova época da história da Física e da Ciência como um todo, com parâmetros extremamente revolucionários (KUHN, 1975; 1985). Galileo não só descreverá o movimento dos astros (órbitas das luas de Júpiter, rotação do Sol, marés na Terra - apesar de sua explicação errônea), como também, chegará àquilo que hoje chamamos de equações horárias do movimento, essenciais para o completamento da revolução científica com Sir Isaac Newton.

Galileo publicou obras contradizendo a teoria aristotélica, como, por exemplo, o *Discurso sobre as coisas que estão sobre a Água*, onde ridicularizava os quatro elementos sublunares e o éter (elemento singular e oculto nos corpos celestes que é responsável por sua harmonia e perfeição), e a *História e Demonstração sobre as Manchas Solares*, no qual apoiou Copérnico e exibiu o erro da concepção à medida que o Sol seria um corpo composto apenas de éter.

As descobertas de Galileo, como a lei dos *números díspares* (ímpares), hoje conhecida como a lei da queda dos corpos, originaram os princípios do assim denominado *método científico*, baseado numa concepção que se baseava na observação dos fenômenos naturais (primeiro princípio), na experimentação em si e na descoberta de uma regularidade matemática da Natureza. Portanto, a defesa do físico pisano era de que a ciência deveria se basear na experiência e na Matemática e não na autoridade de Aristóteles ou da Igreja (sistema aristotélico-tomista, como já salientado). Para Galileo, nenhuma afirmação sobre fenômenos naturais poderia se abster da verificação de sua legitimidade por meio da produção do fenômeno em determinadas circunstâncias (segundo princípio). E, finalmente, o terceiro e último princípio dessa, assim batizada, *a posteriori*, “metodologia galileana” indicaria que o correto conhecimento da Natureza pudesse ser descrito por sua regularidade matemática (KÖSHE, 2011).

Dessa forma, Galileo defende a importância da observação empírica e da experimentação para confirmar hipóteses científicas. O físico pisano estabelece o diálogo experimental como o diálogo da razão com a realidade, do homem com a natureza. Assim, os fenômenos da natureza deveriam seguir princípios que guardavam relações quantitativas entre eles. Os movimentos dos corpos eram determinados por relações quantitativas numericamente determinadas. Sua visão de Mundo e Cosmos seria de um mundo aberto, mecânico, unificado, determinista,

geométrico e quantitativo, que estava em contradição com a concepção aristotélica, ainda vigente por crenças míticas e religiosas da época, que apresentava um mundo qualitativo e organizado hierarquicamente em um espaço finito e fechado (KOYRÈ, 1986).

Para Galileu, a razão construiria uma armadilha experimental habilitada a forçar a natureza a suprir respostas mensuráveis quantitativamente, que seriam respostas empregadas a avaliar a veracidade empírica do modelo hipotético-quantitativo racionalmente construído (KÖSHE, 2011). Dessa forma, o físico pisando construiu seus famosos diálogos científico e experimental. Ao homem caberia teorizar e construir a interpretação matemática do real e à natureza caberia responder se concordava ou não com o modelo sugerido (ÉVORA, 1988). Após as obras de Galileu, o modelo fundamentado em uma física dualista, que declarava o universo ser eterno, geocêntrico, fechado na última esfera das estrelas visíveis a olho nu, finito e dotado em movimentos circulares foi declarado duvidoso (KOYRÈ, 1986). Além disso, os conceitos fundamentais da Física, repouso e movimento, foram modificados (NEVES, 2004).

A revolução científica instaurada a partir do Renascimento não pôde ser contida pelo cristianismo: as ideias se instauraram e começaram a destruir concepções que eram vigentes, especialmente o universo grego e o mundo qualitativo aristotélico que foram substituídos por uma concepção mecanicista e determinista. Nicolau Copérnico (1473-1543), Giordano Bruno (1548-1600), Tycho Brahe (1546-1601), Johannes Kepler (1571-1630), Galileu Galilei (1564-1642), René Descartes (1596-1650) e Isaac Newton (1642-1727) fizeram parte de um ciclo que consolidou uma nova visão do Cosmos construída pela ciência moderna.

Segundo Galileu (*apud* ABDO, 2016), “*só o livro da natureza é o objeto próprio da ciência e este livro é interpretado e lido apenas pela experiência*” e “*só o raciocínio pode estabelecer as relações matemáticas entre os fatos da experiência e construir uma teoria científica dos próprios fatos*” (em carta que ele escreve a Benedetto Castelli, em 1613 - ALBEGARIA, 2009; ÉVORA, 1988) e que “*as deduções que derivam matematicamente dessas hipóteses devem ser confrontadas com a experiência e confirmadas com experimentos repetidos antes de poderem ser declaradas válidas*” (trecho presente no *Diálogo sobre os dois máximos sistemas de mundo*, de 1632 - MARICONDA, 2006).

Se compararmos essas falas à nossa contemporaneidade, o ensino de ciências hoje carece dessa fundamentação experimental e baseia-se hoje em informações fragmentárias de livros didáticos ou, o que é infinitamente pior, em *opiniões* presentes em sites ou “produções” de youtubers, reforçando a confusão e o negacionismo científico (LIVIO, 2021)

Comparando à concepção criada por Galileu hodiernamente, vemos que o ensino de ciências se baseia não apenas na experimentação, mas também em fatos que não estão totalmente corretos, apoiados em ideias na internet e outras fontes não confiáveis.

Luas de Júpiter

Nas observações feitas por Galileu em janeiro de 1610 foram avistados pelo seu *perspicillum* quatro “planetas *medicianos*” (como ele os denominava, em homenagem à família *Medici*) nunca antes observados pela humanidade (IACHEL, 2009). No sétimo dia de janeiro daquele ano aparece, aos olhos de Galileu, Júpiter, e ao seu redor, três *estrelas* pequenas e brilhantes, formando uma linha paralela entre os astros (figura 1).



Figura 1 - Imagem observada por Galileo de Júpiter acompanhado de três “planetas mediceanos” (GALILEI, 2010) .

Ele admite não se ter atentado à distância delas em relação a Júpiter, pois não esperava que no dia seguinte ao observá-lo novamente encontrasse um novo arranjo. As “estrelas” (ou “planetas mediceanos”) continuavam ao redor do planeta, mas em outras posições (figura 2).



Figura 2 - Imagem observada por Galileo após o arranjo das “estrelas” (GALILEI, 2010).

A primeira hipótese foi que Júpiter com o seu movimento próprio estivesse ultrapassado as três estrelas que eram fixas. No décimo dia percebeu não haver outras estrelas, apenas as mesmas três e com isso as reconheceu com estrelas errantes.

Então, estabeleci e determinei, sem a mais pequena dúvida, que existiam no céu três estrelas errantes em torno de Júpiter, como Vênus e Mercúrio em torno do Sol. Isto acabou por ser constatado com uma clareza meridiana por muitas observações posteriores; e que não eram apenas três, mas sim quatro astros errantes, fazendo as suas revoluções em torno de Júpiter.” (GALILEI, 1610)

E enfim, no décimo terceiro dia de janeiro pela primeira vez, Galileo observa não três mas quatro *estrelas* (figura 3).



Figura 3 - Imagem observada por Galileo das quatro “estrelas” (GALILEI, 2010).

Fonte: autoria própria



Figura 4 - foto de Júpiter e seus satélites galileanos.

Crateras Lunares

No ano de 1609, Galileu apontou para a Lua uma luneta refratora (seu *perspicillum* - aparelho de perspectiva como ele o chamava devido ao fato de ter trabalhado com a perspectiva quando cursou a *Accademia del Disegno* fundada por Vasari e Michelangelo - SILVA & NEVES, 2015) que ele mesmo construiu a partir de um *oculo de alcance* que encontrou nas ruas de Veneza (importados, provavelmente da Holanda e inventado por Hans Lippershey). A partir das suas observações da Lua, de Júpiter e seus satélites, das nebulosas, das fases de Vênus, ele escreve, no ano seguinte (1610) o *Sidereus nuncius*. Com essa publicação Galileu realiza um ato importante para a instauração da ciência moderna. Nas observações da Lua ele encontra de forma notável um relevo muito acidentado, com depressões, crateras, vales e montanhas, de forma semelhante à Terra, entrando em conflito direto com a crença aristotélicotomista de uma Lua perfeitamente lisa.

Até então a Física era, pois, dominada pelo paradigma aristotélico, que afirmava que todas as esferas celestes eram lisas, perfeitas. As regiões mais escuras e mais claras da Lua eram explicadas como se fossem regiões de maior absorção ou reflexão de luz. Quando Galileu observou as crateras lunares ele colocou em xeque o modelo aristotélico e indiretamente favoreceu o novo modelo heliocêntrico de Copérnico. E Galileu, que vivia numa Itália com vários vulcões (Stromboli, Etna, Vesúvio, Campi Flegrei), conhecia as tremendas forças e violências sísmicas para criar aquelas estruturas na superfície lunar.

O modelo heliocêntrico de Copérnico, debatido no livro *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (ÉVORA, 1988), estava antes contestando não apenas um modelo geocêntrico mas sim toda a cosmologia aristotélica. Portanto, as observações galileanas das crateras lunares favoreciam a revolução científica copernicana.

Mesmo que as observações de Galileu em 1609 não confirmassem o sistema heliocêntrico, elas abriram uma frente para a refutação completa do modelo aristotélico, que

tornara-se a base filosófica do geocentrismo. Nesse sentido, a importância do trabalho de Galileo foi tanta que, mesmo se não tivesse trazido nenhuma contribuição posterior significativa para o pensamento científico, ainda assim, teria escrito seu nome na história da Ciência. Com efeito, além do aspecto propriamente científico, o grande significado desse trabalho foi romper com a visão clássica do mundo.

Metodologia: a exposição *A Astronomia dos Povos Originários à nossa Contemporaneidade*

Em busca de uma divulgação científica de qualidade, o PET-Física realizou uma exposição de Astronomia do mês de junho ao mês de agosto na Biblioteca Central (BCE) da Universidade Estadual de Maringá, deixando, *a posteriori*, um pequeno acervo sintético da Mostra. A exposição, cujo título era: *A Astronomia dos Povos Originários à nossa contemporaneidade* contava, entre o acervo em questão, com um *exhibit* onde foi reconstruído o histórico texto do *Sidereus nuncius*, em papel envelhecido em grande escala (papel *flip chart*), em sua completude, de tal forma que o visitante da exposição pudesse ler diretamente o texto e as partes que convém a cada um. O trabalho foi todo executado a bico-de-pena para manter a forma de redação do Renascimento. A exposição contou ainda com muitos outros *exhibits*, réplicas construídas na oficina de cerâmica da Universidade (*kundurru*, *disco de Nebra*, *relevos lunares*, *Pedra do Sol Maya*, *etc.*), maquetes de caravelas (para a era dos Descobrimentos), do satélite Sputnik, do telescópio espacial Kepler, da Apollo 11, dos ônibus espaciais Buran e Challenger, do Telescópio espacial James Webb, *etc.* além de diversos objetos ligados à observação astronômica amadora e profissional.





Figura 5: Fotografias da exibição do *Sidereus nuncius*, durante a exposição (in: GUSTAVO, 2022).

Em processo paralelo e *posteriori* da Exposição, foram realizados vários episódios de observação astronômica diurna (observação de atividades de manchas solares) e noturna (principalmente a Lua, Júpiter e Saturno) usando telescópios refletor e refrator. Os resultados podem ser vistos nas figuras 4, 6 e 7. As astrofotografias presentes nestas figuras foram realizadas durante a exposição para registrar o árduo trabalho da astronomia fotográfica.



Figura 6: Astrofotografia das crateras presentes na Lua.
 Fonte: Autoria própria.



Figura 7: Astrofotografia com mancha solar.

A exposição teve a duração de dois meses (sessenta dias) e contou com um público visitante em torno de três mil pessoas, sem contar a publicidade realizada pelas mídias da própria universidade e por matérias nos telejornais das emissoras afiliadas locais (TVs Globo, Record, SBT e Bandeirantes).

Principais resultados

Os resultados e as consequências que o livro de Galileo promoveram na compreensão do Universo são inúmeros e deixaram uma marca indelével na história do pensamento científico não somente do Ocidente, mas de todo o mundo. A mais marcante foi, como aqui observado, a ruína completa do paradigma aristotélico-ptolomaico. A visão de uma Lua imperfeita, repleta de crateras; um mini sistema planetário, como era o caso de Júpiter e seus *planetas medicianos*; as fases em Vênus; as “orelhas” de Saturno (ou o “planeta tricorpóreo” - SILVA & NEVES, 2015; NEVES *et al*, 2015), aboliu a diferenciação aristotélica de dois mundos: sublunar e supralunar, pavimentando a estrada para a grande síntese newtoniana que ocorreria algumas décadas depois.

Sobre a observação da faixa da Via Láctea, o *perspicillum* galileano conseguiu divisar miríades de estrelas de débeis brilhos: as nebulosas. Esta observação abriu caminho para a compreensão de um universo muito, mas muito mais vasto (KOYRÈ, 1986; ÉVORA, 1988; MARICONDA, 2006).

Em síntese, os estudos de Galileo forneceram um cabedal de novas interpretações que desestabilizaram e contribuíram decisivamente para a queda do sistema geocêntrico e abriram as portas para a Revolução Científica que marcaria todo o Renascimento e além.

Conclusões e desdobramentos

Em tese, percebe-se aqui que a importância da revisitação de trabalhos como o *Sidereus nuncius* de Galileu não se encontra meramente nos resultados que se obtém dessa análise, mas sim na significação cultural que pode ser construída (SANTOS, 2023). É necessário, em tempos onde a *doxa* (opinião) parece prevalecer sobre a *episteme* (conhecimento) que sejam fomentadas ações de disseminação da cultura científica em largo espectro, envolvendo da educação básica ao ensino superior, com especial observância nas Licenciaturas que envolvem as Ciências Naturais. É um trabalho longo, mas que deve ser realizado cotidianamente (inclusive na extensionalização das Licenciaturas) para combater aquilo que seis anos de profascismo destruiu no Brasil, com um negacionismo galopante e destruidor da cultura científica.

Entender a importância de Galileu e de seu *Sidereus nuncius* é entender também a importância que o contexto histórico-cultural, que permeia a ciência, tem para sua formação e para a compreensão de fenômenos que, afinal, é parte integrante de nossa contemporaneidade. Conviver com um paradigma estabelecido torna natural os conceitos estabelecidos pelo paradigma tornando a nossa própria cultura e ciência como algo imutável. Galileu quebra o paradigma de seu tempo com o revolucionário *Sidereus nuncius*, e ainda hoje colhemos os seus frutos não apenas científicos, mas, sobretudo, seu senso humanista e crítico (lutou por uma ideia, considerada herética pelo *Santo Ofício*, pagando com a privação de sua própria liberdade).

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES, SESu e ARAUCÁRIA pelo apoio financeiro às nossas pesquisas nos últimos anos.

Homenagem

Os autores homenageiam o Prof. Dr. Carlos Alfredo Argüello que nos deixou em 2020: cientista, educador, navegador, astrônomo, indigenista, freiriano. Um humanista e um homem além de seu tempo.

Referências

ABDO, H. 5 reflexões para entender o pensamento de Galileu Galilei. **Revista Galileu**. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2016/06/5-reflexoes-para-entender-o-pensamento-de-galileu-galilei.html> , 2016. Acesso em: 08 de abr. 2023.

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

ÉVORA, F.R.R. **A Revolução Copernicana-Galileana**. Campinas, CLE, 1988.

GALILEI, Galileu. **O Ensaíador**. Nova Cultural, 1999.

GALILEI, Galileu. **Sidereus nuncius: O Mensageiro das Estrelas**. 3ª edição. Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

GUSTAVO, A. **Exposição mostra história da astronomia antiga à contemporaneidade**. Disponível em: http://www.asc.uem.br/index.php?option=com_content&view=article&id=26716:exposicao-mostra-historia-da-astronomia-da-antiguidade-a-contemporaneidade&catid=986&Itemid=211. Acesso em: 08 de abr. 2023.

IACHEL, G. Evidenciando as órbitas das luas galileanas através da astrofotografia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 8, p. 37-49, 2009.

KÖSHE, J.C. **Fundamentos de Metodologia Científica: Teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011. Disponível em <http://www.adm.ufrpe.br/sites/ww4.deinfo.ufrpe.br/files/Fundamentos_de_Metodologia_Cienti%CC%81fica.pdf>. Acesso em: 08 de abr. 2023.

KOYRÈ, A. **Do mundo fechado ao Universo infinito**. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 1986.

KUHN, T.S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.

KUHN, T.S. **A Revolução Copernicana: a Astronomia planetária e o desenvolvimento do pensamento ocidental**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1985.

LIVIO, M. **Galileu e os negadores da Ciência**. Rio de Janeiro: Record, 2021.

MARICONDA, P. R.. Galileu e a ciência moderna. **Especiaria (UESC)**, v. 9, p.267-291, 2006.

NEVES, M.C.D. **Do Infinito, do Mínimo e da Inquisição em Giordano Bruno**. Ilhéus: EDITUS, 2004.

NEVES, M.C.D.; SILVA, J.A.P.; NARDI, R. **O Carteggio Cigoli-Galileo: a troca de correspondência entre o artista de Florença e o físico de Pisa**. Maringá: EDUEM, 2015.

SANTOS, Renato P. Racionalismo e Empirismo - Parte 1. **Física Interessante**, 17 Jul. 2021. Disponível em: <<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-6-racionalismo-e-empirismo-1.html>>. Acesso em: 08 de abr. 2023.

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