

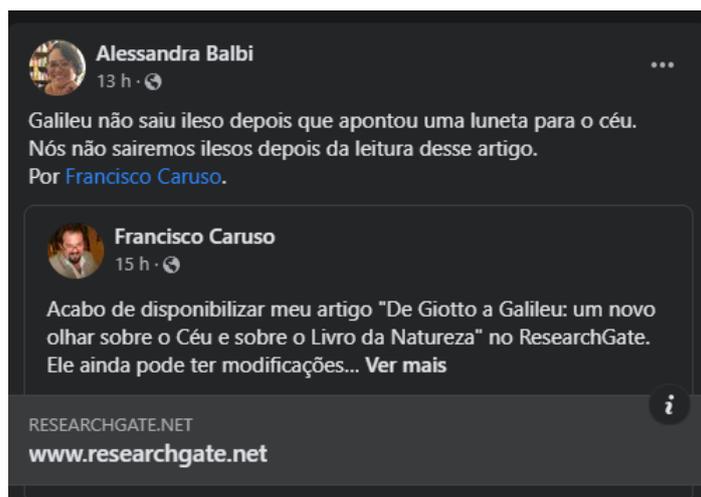
## Análise de artigo de Francisco Caruso sobre Galileu e Giotto

Por Hindenburg Melão Jr.

[www.sigmasociety.net](http://www.sigmasociety.net)

O link a seguir foi postado por Alessandra Balbi

[https://www.researchgate.net/publication/359503827\\_De\\_Giotto\\_a\\_Galileu\\_um\\_novo\\_olhar\\_sobre\\_o\\_Ceu\\_e\\_sobre\\_o\\_Livro\\_da\\_Natureza](https://www.researchgate.net/publication/359503827_De_Giotto_a_Galileu_um_novo_olhar_sobre_o_Ceu_e_sobre_o_Livro_da_Natureza)



Ao tentar postar meu comentário, recebi mensagem de que excedia o número de caracteres permitidos. Então decidi gerar um PDF e aqui está. Seguem meus comentários:

-----

Artigo interessante sob a perspectiva de História da Arte, inclusive o nome Caruso tem estreita ligação com a Arte (Música), tanto com Pavarotti cantando "Caruso" quanto o próprio Caruso cantando "Sole Mio".

Sob o ponto de vista de História da Ciência, o artigo também está bem escrito, mas seria recomendável revisar alguns detalhes. Como o autor comentou que ainda fará alterações, vou deixar aqui algumas sugestões. Não farei uma análise exaustiva porque tomaria muito tempo. Analisarei só o primeiro parágrafo, cujo print é apresentado a seguir:

## 1.1 Introdução

Tudo começou quando o físico pisano Galileu Galilei (1564-1642), pela primeira vez na história (1609), apontou uma luneta para o céu (Figuras 1.1 e 1.2), numa atitude manifestamente questionadora, desafiadora, com um claro objetivo de fazer observações astronômicas de cunho científico. Assim, fez descobertas importantes: por exemplo, que Júpiter possui satélites, que a superfície do Sol tem manchas e a Lua, irregularidades representadas por montanhas e crateras, marcando o fim de um longo período de observações celestes a olho nu [1] e comprometendo a crença, então vigente, na perfeição do céu, incluindo os corpos celestes. Começaram, nessa hora, seus problemas com a Igreja, que, naquela época, ainda exercia enorme influência até mesmo sobre a Ciência. Em meio a essa crise, floresceu uma Nova Astronomia. A bem da verdade, se estava testemunhando a fase embrionária de um novo método científico [2, 3]. Este ensaio é dedicado a esse gesto – *tut’altro che semplice* – de Galileu, fruto da vontade e determinação de lançar um novo olhar sobre o Céu. Procura-se aqui compreender o pano de fundo cultural e científico que propiciou tal gesto, incluindo algumas de suas premissas [4] e consequências [5].

Quanto à serventia da luneta, o físico brasileiro e caro amigo Roberto Moreira Xavier de Araújo disse uma vez: “Uma sociedade que pinta o céu de dourado não pode apontar uma luneta para o céu” [6]. Verdade, pois o céu dourado é uma expressão inequívoca do seu caráter divino, lugar sagrado da morada de Deus no imaginário cristão, algo a ser, portanto, contemplado, admirado, respeitado. Consequentemente, não é passível de ser questionado, escrutinado e tampouco objeto de investigação científica beneficiando-se de uma luneta [7].



Há confusões entre descobertas observacionais e descobertas com a efetiva identificação do objeto. Por exemplo: Ganimedes foi registrado por astrônomos chineses alguns séculos antes de Cristo, da mesma maneira que Galileu “descobriu” e registrou Netuno em 1612, mas não o reconheceu como sendo um planeta. Por isso ao afirmar que uma descoberta foi realizada em determinada data é necessário esclarecer o que exatamente se pretende dizer com “descobriu”, bem como é desejável padronizar o significado ao longo do texto, ou especificar qual o significado cada vez que a palavra “descoberta” for utilizada.

Feito esse esclarecimento, podemos dizer que Galileu observou ocasionalmente alguns dos 4 maiores satélites de Júpiter em 1609, mas só em 1610 Simon Marius e Galileu fizeram registros sistemáticos mostrando que aqueles objetos (que Galileu chamou “pequenas estrelas”) “acompanhavam” Júpiter, e por uma diferença de algumas horas, Galileu fez a identificação um pouco antes de Marius mostrando que aqueles objetos acompanhavam Júpiter, levando os créditos pela descoberta, embora os nomes adotados tenham sido os sugeridos por Marius. Esse detalhe da disputa entre Galileu e Marius é delicado, porque Marius começou a escrever seu livro para relatar essa descoberta (entre outras) em 28/12/1609 pelo calendário Juliano, correspondente a 8/1/1610 pelo calendário Gregoriano, enquanto os primeiros registros de Galileu apontando esses objetos como “ligados” a Júpiter são de 7/1/1610, portanto cerca de 24h antes de Marius. Entretanto, Marius começou a escrever no dia seguinte ao da descoberta visual, e isso é fácil de conferir pelas posições dos satélites, bem como pelo fato de que ambos relatam que havia 3 satélites visíveis nessa ocasião. Ora, a velocidade angular dos satélites faz com que qualquer satélite que estivesse atrás de Júpiter ou na frente de Júpiter se deslocasse para longe dele em poucas horas, portanto eles de fato observaram no mesmo dia. Além disso, se Marius estivesse mentindo, haveria inconsistência nesses detalhes do relato ao serem confrontados com os dados observados por Galileu na mesma data.

Mas mesmo que não tivesse sido no mesmo dia, decidir essas descobertas por questão de dias ou horas não faz muito sentido, sendo mais apropriado considerar codescobridores, como se costuma reconhecer no caso do Cálculo. Além disso, embora Marius tivesse iniciado o livro em 28/12/1609 (J), ele comenta que já havia observado os satélites em novembro (J). Essas revisões históricas são geralmente difíceis porque a escassez de material combinada ao posicionamento apaixonado dos defensores de cada lado dificulta que se chegue a um consenso justo e racional. Mas geralmente depois de algumas décadas, a poeira dos debates se assenta a alguma verdade acaba emergindo. Nesse caso, como em vários outros, parece que o mais correto seja reconhecer que ambos observaram os satélites aproximadamente na mesma época.

Outro fator importante é que as descobertas não são eventos que possam ser reduzidos a um instante no tempo. São processos cumulativos e graduais. Até os registros e documentos podem ser fracionados em partes complexas ao longo do tempo, como no caso da descoberta de Netuno, com vários pormenores que tornam virtualmente impossível decidir quem deveria receber os créditos. Há muitos outros eventos quase-simultâneos, em que as datas se entrelaçam, e dois ou mais pesquisadores independentes chegaram a resultados equivalentes, por diferenças muito pequenas de tempo, e dependendo de qual o critério para determinar quem chegou primeiro pode alterar a ordem do resultado. Seria leviano atribuir a Galileu, pelo simples fato de ele ser mais famoso nos dias de hoje, todos os créditos pela descoberta, sem sequer citar Marius, que foi praticamente codescobridor.

Também é importante enfatizar que o conceito de “satélite” só começou a ser usado muito depois, por sugestão de Kepler, em analogia com membros da nobreza que “orbitavam” em torno dos protagonistas. A descoberta inicial, portanto, foi de “pequenas estrelas”, depois classificados como “planetas secundários”, depois “satélites”. Aqui poderia fazer uma longa digressão sobre as diferenças conceituais no contexto da época, inclusive os esforços que se fazia para tentar medir as distâncias das estrelas pelo método da paralaxe, inclusive sem o uso de telescópio, com vários “falsos positivos” que acreditavam ter conseguido determinar as distâncias de algumas estrelas. Com exceção de Bruno (e mais tarde Huygens), a maioria ainda não pensava em estrelas como sendo outros sois. Por isso afirmar que “Galileu descobriu os 4 maiores satélites de Júpiter em 1609” envolve uma série de problemas complexos e algumas controvérsias.

Nos casos das manchas solares, também é uma questão complexa, porque não havia dados suficientes para saber se eram manchas na fotosfera ou se eram pequenos planetas próximos ao Sol. Há vários trechos em “Diálogos sobre os dois máximos sistemas” nos quais Galileu comenta sobre isso, sobre as opiniões de outros astrônomos da época e as opiniões pessoais dele sobre como aqueles pontos escuros deveriam ser interpretados, lembrando que o monóculo de Galileu não chegava a ser um refrator acromático. Usava uma lente simples como objetiva e outra como “ocular”. Só algumas décadas depois é que Huygens começou a usar oculares com mais de 1 lente, para ampliar o FOV, reduzir a aberração cromática, etc. Portanto a aberração cromática era muito grande. Além disso, o próprio Galileu aprendeu a polir suas lentes, e quem já tentou polir um espelho primário sabe que é um trabalho muito difícil, cujo erro RMS não deve ultrapassar alguns décimos de micrômetro, e com a tecnologia da época, isso resultava em erros de superfície muito grandes, implicando imagens desfocadas, além das distorções provocadas pelas impurezas no vidro. Portanto ele não conseguia distinguir nas manchas solares entre formatos irregulares e formatos aproximadamente circulares, e mesmo que ele conseguisse, ainda não havia boas razões para supor que planetas seriam aproximadamente esféricos (e projetassem sombras circulares ou gerassem cones de sombra), já que a visão esotérica de Pitágoras e Platão sobre isso estava sendo contestada, e a nova visão de Newton só surgiria décadas mais tarde. Por isso não se sabia se eram manchas solares ou se eram astros orbitando próximos ao Sol. Do mesmo modo, não se pode afirmar que Galileu

descobriu os anéis de Saturno, mas apenas descobriu que havia algo (ele usou o termo "orelhas") próximo a Saturno, e esse "algo" desaparecia a cada 7,4 anos, permanecia algum tempo invisível e logo depois reaparecia, o que levou Galileu a fazer uma analogia com a mitologia em que Saturno devorava seus filhos, na primeira vez que desapareceram, mas como voltaram a aparecer, a analogia deixava de se aplicar. Por isso, embora Galileu tenha observado os anéis de Saturno, não os identificou satisfatoriamente, sendo essa descoberta geralmente atribuída a Huygens.

Na parte em que está escrito:

"marcando o fim de um longo período de observações celestes a olho nu [1]e comprometendo a crença, então vigente, na perfeição do céu, incluindo os corpos celestes. Começaram, nessa hora, seus problemas com a Igreja"

Há vários problemas. Na verdade, houve uma transição lenta, complexa e tumultuada, que só começou a se estabelecer melhor com a publicação e a disseminação de *Principia*, do Newton, 77 anos mais tarde. As observações a olho nu prosseguiriam na grande maioria dos observatórios. O conhecimento teórico que permitia a construção de telescópios se popularizou com os trabalhos de Kepler sobre Óptica, porém a habilidade prática e a experiência para construir telescópios com qualidade satisfatória era dominada por pouquíssimos no mundo, e geralmente os próprios astrônomos precisavam aprender como fazer e eles próprios tinham que construir seus instrumentos. Tentar fazer um telescópio com uma montagem firme e suave, usando as ferramentas modernas, já deixa claro que não é fácil nem simples, e se o erro óptico de superfície fosse maior que metade do comprimento de onda de luz verde (perto de 500 nm), a qualidade da imagem já seria ruim, sendo tanto pior se tanto maior fosse esse erro. Atualmente se pode usar um laser verde e fazer pequenas varreduras interferométricas com algumas dezenas de pontos para testar a qualidade óptica depois de cada etapa de polimento, mas naquela época o único jeito era montar o instrumento, observar uma estrela à noite, se não estivesse bom, desmontar o instrumento no dia seguinte, tentar polir nas regiões que supostamente precisassem ser mais desbastadas, montar novamente, observar uma estrela à noite para conferir se desbastou na região certa e na proporção certa, identificar as novas anomalias provocadas por esse desbastamento e repetir o processo nos dias seguintes. Por isso levou um bom tempo até que outros astrônomos tivessem telescópios, e poucos no mundo tinham.

A questão da "perfeição" do céu continuou a ser discutida, inclusive um dos argumentos de Clavius em relação à topologia da Lua não recebeu de Galileu uma resposta adequada (pelo que se tem registro). Hoje é comum que várias fontes mencionem incorretamente que Galileu mostrou que a Lua tinha relevo irregular, mas isso não é verdade. Clavius apresentou uma contestação adequada para isso. Claro que nas décadas e séculos seguintes, com o aprimoramento dos instrumentos, tornou-se claro que Galileu estava certo sobre isso, mas os argumentos de Clavius foram engenhosos e suficientes (\*) para mostrar que a interpretação de Galileu era apenas uma das possíveis, com base nos dados disponíveis.

Mas o ponto principal é que não se pode dizer que foi "nessa hora" que começaram os problemas de Galileu com a Igreja. Na verdade, inicialmente, Galileu não teve problemas com a Igreja. Ao contrário, vários sacerdotes se interessaram pelas descobertas de Galileu e o apoiaram, inclusive o cardeal Vincenzo Barberini, futuro papa Urbano VIII, que foi grande amigo de Galileu e o incentivou e protegeu por muitos anos, abrindo várias portas para que ele conseguisse financiamentos, publicações e divulgação. Entretanto, Galileu teve algumas atitudes ingratas que lhe trouxeram alguns problemas.

Por volta de 1616, Galileu teve algumas dificuldades iniciais que não foram motivadas por sua ingratidão, mas realmente por um conservadorismo infundado e exacerbado da Igreja. Mas em 1623, com a substituição do papa Gregório XV pelo Urbano VIII, a situação ficou muito favorável para Galileu, e continuou favorável até 1633, quando Galileu “colocou na boca” de seu personagem Simplicio algumas declarações que haviam sido feitas por seu amigo Urbano VIII, e ridicularizou essas declarações. Analisando esse episódio com imparcialidade, a conduta de Galileu foi antiética. Isso não significa que seu trabalho científico deveria ser prejudicado, mas significa que a versão tradicionalmente divulgada é vastamente dramatizada para transformar Galileu num mártir e num herói, quando na verdade ele foi um homem arrogante, egoísta e ingrato, além de covarde (se considerar que ele aceitou que sua filha Celeste fosse penalizada em lugar dele). Isso não tira sua genialidade, que foi uma das mais notáveis da história, por isso sou contra o tratamento que ele recebeu da Igreja. Ele poderia ter levado umas 10 chibatadas por ter ofendido o papa, e/ou ter sido “convidado” a se retratar publicamente e remover aqueles trechos de seu livro, mas não faz sentido ter sua obra incluída na lista de livros proibidos. No fim das contas, os inimigos de Galileu usaram esse pequeno trecho como instrumento de manipulação política para vencer um debate que eles não teriam condições de enfrentar. É basicamente a mesma coisa que se faz hoje, porém não pela Igreja, mas pelas outras instituições que controlam o poder, inclusive políticos, mídias, universidades etc. George Zweig nunca ter sido laureado com um Nobel, por exemplo, ou o ostracismo a que foi submetido Semmelweis, deixam claro que o problema da Igreja Medieval era na verdade um problema de pessoas, um problema inerente à mentalidade da maioria das pessoas, que só aconteceu na Igreja porque era a entidade mais poderosa da época, mas se fosse qualquer outra entidade que detivesse o poder, provavelmente a conduta teria sido similar.

O papa leu a obra focado nos aspectos científicos e filosóficos, por isso inicialmente não se sentiu ofendido, e até elogiou o livro, porém alguns desafetos de Galileu, próximos ao papa, enfatizaram esse detalhe do livro e convenceram o papa de que Galileu havia sido ofensivo, e de fato foi, e desnecessariamente, porque apesar da postura conservadora da Igreja, o papa era admirador de Galileu, muito condescendente com ele e, inclusive ofereceu a Galileu a “oportunidade” de “provar” que o modelo de Copérnico era “verdadeiro”. Galileu não apenas não conseguiu provar como também falhou em vários pontos, como em sua teoria sobre as marés. Contudo, é necessário considerar que sob o ponto de vista atual não seria possível a “prova” que foi exigida dele. O correto seria solicitar que ele mostrasse que o modelo de Copérnico era superior ao de Ptolomeu, mas isso também não seria possível porque não era superior. Eram equivalentes em preditividade, conforme já havia sido mostrado há algumas décadas por Tycho (e tem sido repetido em revisões recentes desses cálculos).

Portanto, mesmo que as exigências tivessem sido epistemologicamente adequadas, Galileu não teria conseguido mostrar superioridade de sua tese em relação ao paradigma vigente. Quem poderia fazer isso era Kepler, cujo modelo era de fato superior aos de Ptolomeu, ao de Tycho, ao de Copérnico e quaisquer outros existentes até então, e foi basicamente isso que fez Newton, algumas décadas depois, com vários aprimoramentos conceituais e várias generalizações no modelo de Kepler. Quando Newton entra em cena e apresenta provas geométricas e evidências empíricas de que seu modelo é superior, a Igreja age da mesma forma que agiu com Galileu, e reconhece os argumentos como bem fundamentados e praticamente conclusivos. Newton não teve problemas com a Igreja porque ele não tentou impor suas opiniões pessoais apoiadas por evidências frágeis, como fizeram Galileu e Bruno, por exemplo. Embora a igreja estivesse errada, Galileu teve a oportunidade de apresentar sua obra, mas não o fez de maneira adequada e “segura”, como fez Copérnico, por exemplo. E essa situação se assemelha bastante aos casos de Gell-Mann e Zweig, em que Gell-Mann apresentou seu trabalho como uma brincadeira matemática e foi aceito para publicação, enquanto Zweig assumia que aquele modelo poderia

ser uma representação da realidade senciente. Como resultado, o artigo de Zweig foi recusado e Gell-Mann ganhou o Nobel.

Os comentários acima dizem respeito ao primeiro parágrafo do artigo, no qual já se pode observar vários detalhes que deveriam ser revisados. Há mais alguns detalhes também sobre comentários omitidos que seriam relevantes, sobre a observação das fases de Vênus, que teve um papel muito mais importante na revolução cosmológica do que os outros itens citados, já que as fases de Vênus estavam geometricamente relacionadas à estrutura do modelo, com impacto sobre seus alicerces, enquanto as outras descobertas citadas tratam de aspectos marginais do modelo.

Há vários outros pontos (dezenas, talvez mais de 100 se analisar com atenção) que precisam ser revisados. Peguei mais um do meio do artigo:

“O cardeal Belarmino responde a Foscarini com uma carta datada de 12 de abril de 1615, e envia uma cópia a Galileu, que é citado nominalmente na carta. Nela, o cardeal adverte aos dois ser prudente que ambos se limitem a tratar o heliocentrismo como um fenômeno meramente hipotético e não fisicamente real. Além disso, acautela-os que interpretar o Heliocentrismo como fisicamente real seria “uma coisa muito perigosa, provavelmente não apenas para irritar todos os filósofos e teólogos escolásticos, mas também por prejudicar a Fé Sagrada ao tornar a Sagrada Escritura como falsa”

A expressão “tratar o heliocentrismo como um fenômeno meramente hipotético” talvez ficasse melhor “tratar o heliocentrismo como uma hipótese”.

Mas o ponto principal está no uso do termo “Heliocentrismo”, porque na verdade foi um erro de Copérnico ter renunciado ao uso do equante, que desempenhava um papel útil nos modelos anteriores. Se Copérnico tivesse usado equantes e colocado o Sol ligeiramente descentralizado, num modelo heliostático, mas não heliocêntrico, teria chegado a resultados empíricos muito mais acurados. O modelo de Kepler não era heliocêntrico (assim como o atual, que também não é heliostático). Em vez de ocupar o centro das órbitas, o Sol foi colocado num dos focos, que corresponderia muito aproximadamente à posição do equantes que deveria ter sido usado por Copérnico se as órbitas fossem circulares. O principal problema operacional nos modelos geocêntricos com órbitas circulares não é a ausência de achatamento nas órbitas, mas sim o posicionamento do Sol no centro do sistema. Se posicionar o Sol num equantes, já se resolve grande parte dos problemas. Além disso, no modelo híbrido de Tycho, com o Sol girando em torno da Terra e os demais planetas girando em torno do Sol, consegue-se um modelo geostático muito acurado, que perde conceitualmente para os modelos de Kepler e Newton, mas operacionalmente produz resultados equivalentes.

Sobre a geometrização da Física, creio que seria mais justo que fossem citados também Lorentz, Minkowski e Ricci, talvez também Hilbert, Poincaré e Grossmann. Sobre os mais antigos, concordo que Euclides foi o mais importante, embora Pitágoras e Anaximandro o tenham precedido e já consideravam implicitamente que a luz se movia em linha “reta” (dentro dos limites que se podia medir). Mas Euclides teve seus méritos por ter compreendido a importância de tornar esse fato explícito num axioma.

Enfim, há vários detalhes que precisariam ser revisados com mais cuidado. Além disso, os livros citados na bibliografia não são fontes primárias nem são fontes de História da Ciência. Isso não implica que não sejam fontes apropriadas. Na verdade, a maioria dos historiadores da Ciência apresenta qualidade insatisfatória, enquanto alguns autores sem especialização em História da Ciência podem apresentar um padrão comparável ao dos melhores historiadores da Ciência. Os

livros de Steven Weinberg, por exemplo, embora ele não seja um historiador da Ciência, são muito cuidadosos em todos os detalhes, e em muitos aspectos ele superou os principais historiadores por não se limitar a reproduzir os fatos históricos. Além disso, ele analisa criticamente muitos pormenores, enriquecendo o texto com suas análises pessoais, chamando a atenção para muitos pormenores que haviam passado despercebidos a outros autores. Além de um grande cientista – um dos maiores do século XX – Weinberg foi também um grande homem, e grande em tudo que fazia: divulgador da Ciência, filósofo, educador e historiador. Um nome a ser lembrado pelas futuras gerações não apenas por sua magnífica obra, mas também por sua conduta exemplar.