

ESTILOS DE PENSAMENTO E AS INTERPRETAÇÕES DO SÉCULO DEZESSETE SOBRE AS CAUSAS DAS MANCHAS SOLARES

THINKING STYLES AND INTERPRETATION OF THE SEVENTEEN CENTURY ON THE CAUSES OF SUNSPOTS

Maria Amélia Monteiro¹

¹ UFGD/FACET - Ensino de Física, mariamonteiro@ufgd.edu.br

Resumo: Realizamos um estudo de caso histórico contemplando as interpretações sobre manchas solares no século dezessete, realçando as disputas interpretativas que ocorreram entre Galileu e Scheiner, defensores majoritariamente das pressuposições heliocêntricas e geocêntricas, respectivamente. Para a construção do presente estudo, nos baseamos na epistemologia fleckiana e em referenciais históricos contemplando a temática. Seguimos as diretrizes da pesquisa qualitativa, a qual prioriza os processos dos acontecimentos. Avaliamos que o presente estudo de caso poderá contribuir, principalmente, para auxiliar a educação em astronomia a partir de uma perspectiva cultural mais ampla.

Palavras-chave: Manchas solares; astronomia do século dezessete; estudo de caso histórico.

Abstract: Conducted a historical case study contemplating the interpretations of sunspots in the seventeenth century, enhancing the interpretative disputes that occurred between Galileu and Scheiner, defenders of the heliocentric and geocentric assumptions, respectively. For the construction of this study, we rely on fleck's epistemology and in historical references covering the theme. We follow the guidelines of qualitative research, which prioritizes the processes of events. We assessed that this case study could contribute mainly to assist in astronomy education from a broader perspective cultural.

Keywords: Solar spots; astronomy seventeenth century; historical case study.

INTRODUÇÃO

Um dos aspectos bastante problemáticos no contexto educacional, sobretudo na educação básica, tem sido a abordagem de conceitos considerados como paradigmas superados¹. Normalmente, são geradores de epítelos que ensejam a desqualificação daqueles, configurando-se assim, como sem relevância uma análise das pressuposições sobre as quais aqueles modelos foram erigidos. Esta é uma questão que requer algumas reflexões, inclusive no contexto formativo pertinente a futuros professores de ciências.

Avaliamos que análises de paradigmas superados poderão ser bastante valiosas no sentido de propiciar aos estudantes uma compreensão mais ampla da cultura científica, assim como evidenciar as razões de ser daquelas construções e, quem sabe até, desenvolvimentos contemporâneos. Análises de paradigmas superados revelam a complexidade envolvendo a natureza da ciência.

Uma teorização bastante valiosa no sentido de auxiliar o professor a explicitar as razões de ser de um dado pensamento, logo, a configuração de suas defesas, é o conceito de *estilo de pensamento*, elaborado por Ludwick Fleck. Este

¹Adotamos aqui a terminologia kuhniana.

conceito encontra-se na obra *Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico*, originalmente publicada em 1935.

Fleck (2010) nomeou como *estilo de pensamento* as pressuposições adotadas pelos praticantes de um campo científico, sendo esse conceito uma dos constituintes do núcleo central da epistemologia flekiana, haja vista suas conexões com vários outros.

Em um dado campo científico, cada época apresenta o seu *estilo de pensamento* característico, constituindo uma atmosfera que possibilitam aos praticantes um agir e um sentir direcionados. Logo, o *estilo de pensamento* determina a seleção dos problemas, os métodos e os critérios de análise desses problemas selecionados como relevantes para investigação (FLECK, 2010). Nesta perspectiva, o *estilo de pensamento* exerce uma mediação entre o sujeito congnoscente e a realidade objetiva.

As pessoas atuantes em um campo, compartilhando o mesmo *estilo de pensamento* constituem o *coletivo de pensamento*. Assim, se encontram impregnadas pelo estado de conhecimento e o meio cultural em que estão inseridos enquanto sujeitos sócio-históricos. Os participantes de um *coletivo de pensamento* estão em interação e influenciam-se mutuamente, possibilitando que o conhecimento circulante seja uma construção coletiva. O *coletivo de pensamento* constitui a unidade social de um dado campo do conhecimento (FLECK, 2010).

O propósito da presente investigação é nos guiarmos pelo conceito fleckiano de *estilo de pensamento* para abordarmos as disputas teóricas ocorridas no século XVI acerca das manchas solares, sobretudo, as disputas travadas entre Galileu Galilei (1564-1642) e o padre jesuíta Christoph Scheiner (1573-1650). Para esta análise, nos guiamos predominantemente pelas seguintes questões: Quais as causas da existência das manchas solares? A que atribuíram às variações das dimensões das manchas solares, além das variações das suas posições?

CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

Por se tratar de uma abordagem histórica contemplando aspectos das investigações sobre as manchas solares no século XVII, realçamos os distintos *estilos de pensamento* que guiaram as interpretações dos defensores do aristotelismo e do copernicanismo, assim como algumas disputas e conflitos que permearam as defesas dessas interpretações.

Para delimitarmos a pluralidade de interpretações elaboradas a partir de distintos *estilos de pensamento*, realçamos as defesas do copernicanismo empreendidas por Galileu e as defesas do aristotelismo, empreendidas pelos jesuítas, notadamente, Scheiner.

Evidenciamos o desenvolvimento não linear das ideias, realçando os conflitos existentes em relação às interpretações das causas físicas das manchas solares, notadamente, os *estilos de pensamento* aos quais os autores foram guiados. Para a presente elaboração, nos apoiamos em obras cujas traduções incorporam confiabilidade assegurada.

Visando-se finalidades educacionais, optamos por um estudo de caso histórico, delimitando a abordagem na segunda década do século XVII. De Berg (1997) defende que estudos de caso histórico de conceitos científicos possibilitam evidenciar como as ideias da ciência originam-se e modificam-se com o tempo. Ou

seja, evidenciam a transitoriedade dos conceitos, assim como as pressuposições incorporadas as suas construções.

Os propósitos que guiaram a investigação configuram a mesma nos parâmetros da pesquisa qualitativa, ou seja, tomam-se como foco os processos da construção das ideias (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

O PENSAMENTO GALILEANO E A EMERGÊNCIA DO COPERNICANISMO

Alguns teóricos que se debruçaram sobre o pensamento galileano, como Stillman Drake e William Wallace, consideram que a publicação do *Sidereus Nuncius*, em março de 1610, em Veneza, representou a retomada da defesa de Galileu ao copernicanismo. Nessa obra, Galileu apresentou várias conjecturas a partir das interpretações sobre as observações com as lentes, as quais foram realizadas em outubro e novembro de 1609.

No *Sidereus Nuncius*, Galileu argumentou que a Lua possuía relevo e depressões, defendeu o surgimento de estrelas, além de apontar “estrelas” orbitando em torno de Júpiter (GALILEI, 2010).

As interpretações de Galileu para as observações celestes confrontavam com a concepção de imutabilidade da região celeste, preceito fundamente da cosmologia aristotélica, ainda em vigor, porém, com novas oposições emergentes, notadamente a partir das potencialidades evidenciadas pelo heliocentrismo copernicano. Dentre elas, a precisão das posições planetárias que permitiram a construção de tabelas que fundamentaram a construção do Calendário Gregoriano, em 1582.

Também ao final do século XVI, Galileu havia empreendido teorizações sobre o movimento que se harmonizavam com a Terra planetária, incorporadas aos preceitos copernicanos.

A partir da segunda década do século XVI, outra oposição de Galileu à concepção aristotélica de perfeição da região celeste foi levada adiante em relação às causas das manchas solares, travando disputas acirradas com alguns contemporâneos, notadamente com o jesuíta Christoph Scheiner (1573-1650). Nas seções que seguem, abordaremos as disputas entre Galileu e Scheiner acerca das manchas solares.

AS MANCHAS SOLARES

Interpretações sobre as causas das manchas solares foram objeto de intenso debate entre Galileu e os jesuítas a partir do início da segunda década do século XVII. Vale salientar que existem registros anteriores a essa época evidenciando a existência de manchas solares, porém, não são frequentes. Até porque, somente aquelas que são muito extensas podem ser observadas a olho nu.

Constatações a olho nu acerca da existência de manchas sobre a superfície do Sol datam do século II a. C., no Oriente. Durante o período Medieval, algumas observações do fenômeno foram realizadas no Ocidente (Leitão, 2010), tendo sido interpretadas como uma passagem dos planetas Mercúrio ou Vênus sobre o disco solar (VAN HELDEN, 1996).

Apesar das observações das manchas solares serem bastante antigas, a primeira obra impressa no Ocidente sobre o tema foi da autoria do holandês Johannes Fabricius (1577-1615), em 1611. Essa foi nomeada *De maculis in Sole*

observatis, na qual Fabricius defendeu que as manchas solares seriam contínuas à superfície do Sol, evidenciando uma possível rotação sobre si (DAME, 1966). Em 1610, o astrônomo inglês Thomas Harriot já havia realizado observações telescópicas do Sol e não detectou a presença de manchas. Mencionou as dificuldades de observação, alegando que somente teria sido possível realizá-las no amanhecer e no entardecer (VAN HELDEN, 1996).

A partir do conjunto de evidências acerca da existência de manchas na superfície do Sol, Galileu desenvolveu outra frente de oposição ao preceito aristotélico de imutabilidade dos céus. Esta se somava aquelas já apresentados anteriormente no *Sidereus Nuncius*, notadamente as considerações sobre os relevos lunares, explicando assim as manchas e pontos brilhantes registrados evidenciados através das observações com as lentes.

Registros sobre as manchas solares foram produzidos por Scheiner, relatados em três cartas que, ao final de 1611, foram endereçadas ao prefeito de Augsburg, Marco Welser. Em 1612, foram publicadas com o título *Tres epistolae de maculis solaribus* (*Três epístolas sobre as manchas solares*) (MARICONDA, 2004).

Nas cartas, Scheiner requereu prioridade na observação das manchas solares. Além disso, explicou o fenômeno, admitindo a existência de minúsculos corpos opacos que giravam em torno do Sol, projetando-lhes a sombra. Logo, esses corpos deveriam estar fixados em esferas. Conforme nota Mariconda (2004), Scheiner explicava o fenômeno preservando a tese aristotélica de perfeição celeste. Com isso, empreendeu uma defesa no sentido de salvar o preceito aristotélico da região celeste imutável. Nota-se então, a interferência de um *estilo de pensamento* direcionando as interpretações.

AS CARTAS

A Primeira Carta

Em janeiro de 1612, Welser dá ciência a Galileu da carta de Scheiner e requereu comentários. Iniciou-se a polêmica entre Galileu e Scheiner acerca da causa das manchas solares, bem como a primazia da descoberta, tendo sido Welser o mediador da discórdia. Vale salientar que, em 1612, Galileu publicou suas impressões sobre as manchas solares na obra *Discurso Sobre as Coisas que Encontram-se Sobre a Água*.

Assim como Galileu, Scheiner concebia que as manchas solares não eram produto do telescópio, do ar ou mesmo do olho humano, apesar da desconfiança inicial de muitos sobre o teor das imagens obtidas com o instrumento. Porém, ao contrário de Galileu que admitiu as manchas solares como realidade, a priori, Scheiner teve bastante dificuldade em demonstrar a sua existência (VAN HELDEN, 1996).

No dia 4 de maio de 1612, Galileu enviou a primeira carta a Welsen. Inicialmente, resalta as defesas comuns entre ele e Scheiner, como a confiabilidade nas observações telescópicas, assim como a localização das manchas acima da esfera lunar. Neste sentido, Scheiner compartilhava de um estilo de pensamento compatível com o aristotelismo, porém, com conjecturas que se harmonizavam com o heliocentrismo.

Após as concordâncias iniciais, Galileu discorre com contestações sobre as defesas de Scheiner. Este havia proposto que as manchas solares não permaneciam imóveis sobre a superfície do Sol, mas se deslocavam no sentido Leste-Oeste. Para Galileu, o sentido seria esse, apenas quando as manchas estivessem na parte inferior do Sol. Quando estivessem na parte superior, o sentido do movimento seria invertido.

Scheiner evidenciou a intenção de conhecer a essência das manchas solares, condição que foi contestada por Galileu. Para este, apenas qualidades quantificáveis possibilitavam o conhecimento da natureza, independentemente da sua localização terrestre ou celeste. Evidenciando a contestação, Galileu assinala:

.../ não poderia crer que fosse digno de qualquer censura o filósofo que confessasse não saber, e não ser capaz de saber qual a matéria das manchas solares (EN., V, p. 106).

Na menção anterior, há uma recusa de Galileu com a possibilidade de se conhecer as qualidades sensíveis das manchas solares. Apenas a localização, o movimento, a opacidade, a mutabilidade poderiam ser observados e conhecidos.

Ao final da Primeira Carta, Galileu mencionou o método de observação solar desenvolvido por Benedetto Castelli (1578-1643), o qual havia sido seu aluno, sendo o mencionado método descrito na carta seguinte.

A Segunda Carta

Em 14 de agosto de 1612, Galileu enviou uma segunda carta para Welser, na qual expos detalhes da sua refuta as teses de Scheiner sobre as manchas solares. Através desta, desenvolveu uma longa defesa, argumentando que as manchas solares seriam contíguas à superfície solar, logo sendo levadas por essa.

A partir do método de observação de Castelli, um método de projeção, Galileu desenvolveu uma série de desenhos, evidenciando detalhadamente minúcias sobre a configuração e localização das manchas solares. Nessas, reproduziu as imagens elaborados a partir das imagens das manchas solares obtidas em dias consecutivos e nos mesmos horários (EN., XI, p. 288).

Vale salientar que, anteriormente, Scheiner já havia apresentado imagens representando as manchas solares, porém, em nada de aproximavam dos detalhes apresentados por Galileu (Ed Naz., V, p. 32).

Um dos aspectos mais contundentes apresentados por Galileu sobre a localização das manchas solares foi que estas seriam contíguas ao Sol e, caso estivessem separadas, seria por uma distância imperceptível; que as manchas solares alteravam-se continuamente, sendo umas mais duradouras que outras; apresentavam configuração bastante irregular, unindo-se e separando-se, ao acaso; apresentavam um único movimento uniforme ao longo de linhas paralelas.

Pelas considerações anteriores, evidencia-se em Galileu a adoção de um *estilo de pensamento* que transfere para os céus características presenciadas na Terra, como a mutabilidade e a incorruptibilidade, subvertendo preceitos aristotélicos. Ou seja, um *estilo de pensamento* que se compatibilizava com o heliocentrismo copernicano.

A partir do movimento das manchas solares, Galileu inferiu ainda que o Sol era perfeitamente esférico e, semelhantemente aos planetas, girava sobre si mesmo com período de aproximadamente um mês lunar.

Em suas observações, Galileu também constatou que as manchas solares também se localizavam a 30° ao Norte ou ao Sul do equador solar. Porém, não discutiu as causas da mencionada localização.

A Terceira Carta

Em 1º de dezembro de 1612, Galileu enviou a terceira carta a Welser. Além de criticar as explicações de Scheiner sobre as causas das manchas solares, reivindica publicamente a prioridade da descoberta dessas. Alegou que, durante a sua viagem a Roma, em 1611, teria referido-se as suas observações sobre as manchas solares (MARICONDA, 2004).

Nesta última carta, Galileu opõe-se à pretensão de Scheiner de conhecer a essência das manchas solares. Afirmou somente ser possível obter alguns conhecimentos, como lugar, opacidade, mutabilidade, etc. Acerca dessa intenção, assinala:

Buscar a essência, tenho-a como uma empresa não menos impossível e não menos vã nas próximas substâncias elementares que nas remotíssimas e celestes. E a mim, pareço ignorar as substâncias da Terra e da Lua, as nuvens elementares e as manchas do Sol (EN., V, 187).

Após afirmar que as manchas solares não são astros, Galileu sugeriu que poderia inclusive ser a fumaça de algo em combustão. Essa condição explicaria satisfatoriamente o surgimento, desaparecimento e variação da extensão das manchas solares.

Ainda na Terceira Carta, Galileu pronunciou-se sobre os comentários de Scheiner sobre as observações telescópicas, notadamente, as diferenças entre a Terra e a Lua. Para Galileu, se a superfície da Lua fosse perfeitamente polida, ela seria invisível para nós, na maior parte do tempo.

Em 1613, as três cartas de Galileu endereçadas a Welser foram publicadas em Roma pela Academia dos Linceus, com o título *Istoria e dimostrazione intorno alle macchie solari (História e demonstrações em torno das manchas solares e seus acidentes)* (MARICONDA, 2006). Através dessas cartas, Galileu iniciou a defesa pública do copernicanismo (LEITÃO, 2010).

As manchas solares seriam abordadas por Galileu na obra *Il Saggiatore*, publicada em 1623. Scheiner continuou com suas investigações, tendo publicado entre 1626 e 1630, a obra *Rosa Ursina*, uma espécie de enciclopédia sobre o tema (LEITÃO, 2010, p. 101).

Posteriormente, outra polêmica entre Scheiner e Galileu foi para a prioridade da descoberta da rotação do Sol em torno do seu próprio eixo e o efeito deste movimento sobre a trajetória observada nas manchas solares. Contudo, com a proibição do sistema astronômico copernicano, em 1616², os jesuítas abandonaram a adoção do sistema astronômico ptolomaico e aderiram ao de Tycho Brahe, no qual todos os planetas giravam em torno do Sol e este, em torno da Terra. Assim, adotaram as evidências observacionais que revelavam fases para Vênus, além das diferenças de tamanho de Marte, porém, mantinham-se alinhados com os preceitos

² Com o decreto de 1616, a obra de Copérnico – *De Revolutionibus Orbium Coelestium* ou *A Revolução dos Orbes Celestes*, publicada em 1642 – foi inserida no Índice dos livros proibidos.

cosmológicos aristotélicos. Galileu, por sua vez, manteve-se em defesa do sistema astronômico copernicano, apesar da sua proibição (MARICONDA, 2004).

As últimas considerações evidenciam que, o abandono de um *estilo de pensamento* não se dá apenas pelo surgimento de uma anomalia. Mas, defesas são construídas no sentido de justificar as anomalias.

No *Diálogo*, publicado em 1632, existem várias menções referentes às manchas solares. Na Primeira Jornada, através de Salviati, Galileu reporta-se ao surgimento e desaparecimento das manchas solares como evidência da mutabilidade dos céus e também ao teor da sua extensão. Assinala:

“/.../ e na face do próprio Sol vê-se; graças ao telescópio, produzirem-se e desfazerem-se matérias densas e escuras, muito semelhantes na aparência às nuvens em torno da Terra, e muitas delas tão vastas, que pusuperam de longe não apenas o Mediterrâneo, mas toda a África e também a Ásia. Ora, quando Aristóteles visse essas coisas, o que acreditais, Sr. Simplicio, que ele diria e faria?” (GALILEI 2004, p. 132, [76]).

Ainda na Primeira Jornada do *Diálogo*, através de Salviati, Galileu argumenta que as manchas solares são contíguas ao Sol e não uma projeção sobre a superfície desse, conforme defendia Scheiner. Assinala:

“A primeira é que muitas dessas manchas vêm-se nascerem n meio do disco solar e muitas, igualmente, dissolverem-se e desaparecerem também longe da circunferência do Sol; argumento necessário de que se geram e se dissolvem: pois, se elas, sem gerarem-se e corromperem-se, aparecessem aí somente por movimento local, todas seriam vistas entrarem e saírem pela circunferência extrema” (GALILEI, 2004, p. 134, [78]).

Na Terceira Jornada do *Diálogo*, através de Salviati, Galileu também reportou-se a sua antecipação a Scheiner na constatação das manchas solares, e ainda, desenvolve explicações para a existência daquelas. Salviati defendeu que teria sido o Acadêmico Linceu o descobridor dessas manchas, no ano de 1610, quando lecionava em Pádua e que teria professado sobre as mesmas para diversas pessoas, em Veneza. Prosseguindo, Salviati reafirmou a suposição de que as manchas solares somente poderiam ser explicadas a partir da adoção do pressuposto de que são contíguas à superfície solar (GALILEI, 2004).

Outras disputas foram travadas entre Galileu e os jesuítas, no tocante a localização dos cometas. Estas, porém, não é objeto do presente estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliamos que o presente estudo de caso histórico poderá propiciar diretrizes para os professores da educação básica, abordarem conceitos de astronomia nas suas programações de ensino, conceitos estes considerados superados, mas que se assentam em um pressuposições teóricas bem estabelecidas. Em relação a estes, a imersão no *estilo de pensamento*, certamente, ajudará o professor a construir argumentações em relação às defesas de ideias dos teóricos, mesmo que, na atualidade, mostrem-se como um contrassenso.

Com diretrizes teóricas do presente estudo de caso, avaliamos também que será possível a abordagem de um fenômeno bastante pertinente ao contexto da educação em astronomia, as manchas solares, em uma perspectiva ampla em relação à natureza da ciência. Ou seja, explicitando a não linearidade da construção dos conceitos e as disputas que aqueles encerraram, principalmente.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, R. C., BIKLEN, S. K. (1994). **Investigação qualitativa em educação. Uma introdução à teoria e aos métodos.** Porto: Porto Editora.

DAME, B. Galilée et les taches solaires. In: **Revue d'Histoire des Sciences**, 1966, 19, p. (307-370).

DE BERG, K. C. The Development of The Concept of Work. A Case Where History Can Inform Pedagogy. **Science & Education**, 6, 1997, p. (511-527).

FLECK, L. **Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico. Introdução à doutrina do estilo de pensamento e do coletivo de pensamento.** Belo Horizonte, BH: Fabrefactum Editora Ltda, 2005.

GALILEI, G. (2010). **O Mensageiro das estrelas.** 2 ed. Tradução de Henrique Leitão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

_____. (2004). **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano.** 2 ed. Tradução de Pablo Rubén Mariconda. São Paulo, SP: Discurso Editorial e Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.

_____. Le Opere di Galileo Galilei. In: FAVARO, A. (ed.) **Edizione Nazionale delle opere di Galileo.** Firenze: S. A. G. Barbére Editore, 20v, 1968 (reimpressão).

LEITÃO, H. (2010). **Estudos introdutórios. O Mensageiro das estrelas.** 2 ed. Tradução de Henrique Leitão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. (19-140).

MARICONDA, P. R. (2004). Introdução ao diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano. In: **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano.** 2 ed. Tradução de Pablo Rubén Mariconda. São Paulo, SP: Discurso Editorial e Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.

VAN HELDEN, A. Galileo and Scheiner on sunspots: a case study in the visual language of astronomy. In: **Proceedings of the American Philosophical Society**, 1996, v. 140, p. 358-396.