

# ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

## Um Resgate Histórico-epistemológico da Observação Científica: Implicações ao Ensino de Ciências

*A Historical-epistemological Rescue of Scientific Observation: Implications for Science Teaching*

Anabel C. Raicik<sup>a</sup>; Luiz O. Q. Peduzzi<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil – anabelraicik@gmail.com; luizpeduzzi@gmail.com

### Palavras-chave:

Observação científica. História e filosofia da ciência. Natureza da ciência. Ensino de ciências.

**Resumo:** Este artigo traz uma breve contextualização histórica-epistemológica da observação enquanto prática, ideia e categoria epistêmica, perpassando o seu entendimento de uma perspectiva aristotélica ao advento da ciência moderna. A partir da menção às teses de Hanson, Fleck e Shapere, contextualiza a utopia de neutralidade de uma observação científica. Concepções que ainda permeiam o ensino de ciências, fortemente empírico-indutivistas, que envolvem estereótipos de uma observação neutra, livre de pressupostos e subjetividades, que produz bases seguras para obtenção de conhecimentos, são prejudiciais a um melhor entendimento sobre ciência. Assim, por fim, reafirmando a relevância da História e Filosofia da Ciência em promover discussões relativas à Natureza da Ciência, apresenta exemplos de episódios históricos que podem, quando devidamente explorados, ser abordados no ensino de ciências.

### Keywords:

Scientific observation. History and philosophy of science. Nature of science. Science teaching.

**Abstract:** This article brings a brief historical-epistemological contextualization of observation as a practice, idea and epistemic category, passing through its understanding of an Aristotelian perspective to the advent of modern science. From the mention of theses by Hanson, Fleck and Shapere, it contextualizes the utopia of neutrality of a scientific observation. Concepts that still permeate science teaching, strongly empirical-inductivist, involving the utopia of a neutral observation, free from assumptions and subjectivities, which produce secure bases for obtaining knowledge, are harmful to a better understanding about the science. Finally, from the relevance of the History and Philosophy of Science to promote discussions on the Nature of Science, it presents examples of historical episodes that can, when properly explored, be addressed in science teaching.



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

## Introdução

A observação (científica) é seletiva: exige um objeto, um ponto de vista, um interesse especial, um problema. As observações são intrincadas misturas de componentes empíricos e precipitados teóricos. Não há observações neutras (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 22).

Em uma perspectiva epistemológica e educacional, pós-positivista e construtivista, seria desejável que a afirmação acima se encontrasse de pleno entendimento de alunos e professores de ciências da natureza. Não obstante, tanto a própria história inerente a observação científica quanto a literatura didática sobre o tema, evidenciam que ela nada tem de trivial (MOREIRA; OSTERMANN, 1993; CHALMERS, 1999; GIL-PÉREZ et al., 2001; PRAIA et al., 2002; FERNANDÉZ et al., 2002; BARBOSA; AIRES, 2018; PECCI, 2021; JORGE; PEDUZZI, 2018; 2022).

“A observação educa os sentidos, calibra o julgamento, seleciona objetos de investigação científica e forja ‘coletivos de pensamento’”, salientam as historiadoras da ciência Lorraine Daston e Elizabeth Lunbec (2011, p. 1), ainda assim, reflexões mais profundas sobre ela parecem ter sido negligenciadas por um longo tempo. Talvez por ter sido “concebida como tão básica a ponto de não merecer atenção, seja histórica ou filosófica” (DASTON, 2017, p. 91).

A origem genealógica do termo observação remonta às antigas tradições astronômicas e médicas gregas (POMATA, 2011). É certo que os povos babilônios há muito já observavam e registravam fenômenos celestes, inclusive os documentando sistematicamente. Aliás, a origem de muitos problemas empíricos astronômicos, da astronomia e cosmologia grega, se deve a esse interesse babilônico (BATISTA, 2020). Como pondera Alexandre Koyré (1982), todavia, “foram os gregos que, pela primeira vez, conceberam e formularam a exigência intelectual do saber teórico: preservar os fenômenos, isto é, formular uma teoria explicativa do dado observável (...)” (p. 82).

Apesar de a observação, como fonte de dados (e mesmo de inspiração), ser parte das ciências naturais desde há muito tempo, antes do positivismo ela não era um assunto central. “A maior parte da discussão a respeito da observação, das sentenças de observação e da capacidade de observar, deve-se à nossa herança positivista” (HACKING, 2012, p. 256). Inclusive, a noção de observação, no senso comum, deriva desse posicionamento epistemológico e, lamentavelmente, ainda permeia o ensino de ciências.

Efetivamente, o ato de ver envolve muito mais coisas do que as imagens que se formam na retina do observador. Em termos estritamente biológicos, pode-se dizer que:

Quando olhamos na direção de algum objeto, a imagem atravessa à córnea e chega à íris, que regula a quantidade de luz recebida por meio de uma abertura chamada pupila. Quanto maior a pupila, mais luz entra no olho. Passada a pupila, a imagem chega ao cristalino, e é focada sobre a retina. A lente do olho produz uma imagem invertida, e o cérebro a converte para a posição correta. Na retina mais de cem milhões de células fotorreceptoras transformam as ondas luminosas em impulsos eletroquímicos, que são decodificados pelo cérebro (CBO, 2017).

Não obstante, estar diante dos mesmos ‘dados’ não é sinônimo de observar a mesma coisa. A experiência visual que alguém tem ao ver um objeto depende de seu repertório conceitual, de suas habilidades enquanto observador, de seus conhecimentos, de suas vivências, de suas expectativas, de suas interpretações (PEDUZZI; RAICIK, 2020).

Auguste Comte (1978, p. 39) enfatiza que “todos os bons espíritos repetem, desde [Francis] Bacon, que somente são reais os conhecimentos que repousam sobre fatos observados. Essa máxima fundamental é evidentemente incontestável, se for aplicada, como convém, ao estado viril de nossa inteligência”.

No *Novum Organum*, de Francis Bacon, o ponto de partida de um espírito cientificamente preparado é constituído por “instâncias e experimentos oportunos e adequados, onde os sentidos julgam somente o experimento e o experimento julga a natureza e a própria coisa” (BACON, 1979, I, L, p. 26).

A tendência da tradição empirista, que se iniciou com Francis Bacon e foi fortemente articulada por alguns empiristas lógicos, é separar observação direta, de um lado, e inferências obtidas a partir destas, de outro. Desse modo, há observações cujo aspecto epistêmico é fornecido diretamente para nós, sem a mediação de uma teoria científica. Tal ideal de observação neutra é às vezes chamado de ‘baconiano’, apesar de Francis Bacon ter ressaltado que ‘as próprias impressões dos sentidos são viciosas’ e que podem levar ao erro (PESSOA Jr., 2015, p. 144).

O certo é que no ensino de ciências concepções em torno de uma observação que produz bases seguras para obtenção de conhecimentos ou à volta de uma ciência que começa, e precisa começar, com a observação (neutra) são prejudiciais a um melhor entendimento sobre a ciência. A utopia de uma observação neutra, livre de pressupostos e subjetividades, dissociada de teorias, ou a ideia limitada de que dois observadores se valendo do uso direto dos sentidos, sob as mesmas condições, observam a mesma coisa, não pode mais ser sustentada em uma perspectiva filosófica contemporânea (pós-positivista) (CHALMERS, 1999; HACKING, 2012). A concepção de muitos professores, estudantes e, até mesmo, aquela presente em alguns materiais didáticos e paradidáticos, fortemente empírico-indutivista, ainda reforça uma visão limitada e equivocada do papel da observação na ciência e sua história (GIL PÉREZ et al., 2001; FERNÁNDEZ et al., 2002; SILVEIRA; OSTERMANN, 2002; EL-HANI, 2006; FORATO et al., 2011; GÁRCIA-CARMONA et al., 2012).

Nesse sentido, o presente artigo tem por objetivos: i) resgatar a noção de observação enquanto prática, ideia e categoria epistêmica, desde o seu entendimento em uma perspectiva aristotélica, em uma breve contextualização histórica-epistemológica, ao advento da ciência moderna; ii) abordar perspectivas de entendimentos acerca da observação que surgiram com discussões pós-positivistas a partir de meados do século passado, sobretudo com sucintas visões de Norwood Hanson, Ludwik Fleck e Dudley Shapere, a fim de contrapor a utopia da neutralidade; iii) apresentar, de forma mais pontual, implicações das discussões fomentadas para o ensino de ciências, principalmente a partir da relevância da História e Filosofia da Ciência (HFC) em promover reflexões acerca de aspectos relativos à Natureza da Ciência (NdC), com exemplos de episódios históricos que podem, quando devidamente explorados e contextualizados, ser abordados no ensino de ciências; da física em particular.

Cabe ressaltar que as teses filosóficas aqui trazidas, por entre suas divergências, apresentam pontos que convergem no que tange a reflexões epistêmicas acerca da observação científica; que contribuem para promover as discussões pretendidas no âmbito do artigo. O pluralismo de ideias, principalmente ao se resgatar noções de observação à luz de uma contextualização histórico-epistemológica, permite ampliar o reconhecimento de que embora um termo seja muito conhecido – como o da observação –, sobretudo no ensino de ciências, o conceito que ele carrega nem sempre é localizado temporalmente. Ademais, as divergências, das mais variadas naturezas, como a epistemológica, “longe de se constituírem em obstáculos, podem e devem ser exploradas no âmbito de uma ciência plural, dinâmica e democrática” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 21).

Importa salientar que o artigo se debruça sobre questões observacionais no âmbito epistemológico e clássico. No que se refere ao primeiro aspecto, o interesse volta-se a questão de base se há ou não algo como uma observação científica não contaminada pela teoria. Isto é, se restringe à considerações epistemológicas. Não é objeto de análise questões ontológicas acerca da observação científica, como aquelas que se referem a realidade última das entidades observadas (DASTON, 2017). Quanto ao segundo destaque, repousa sobre o pressuposto de que a observação pode ser feita sem que haja uma perturbação significativa entre a ação de observar e o observado. Limitando-se à ciência clássica, dispensa considerações suscitadas pelo postulado quântico, que atribui uma descontinuidade ou individualidade básica a todo processo atômico, simbolizado pelo *quantum* de ação de Planck.

Reconhece-se ainda ao longo da contextualização histórico-epistemológica aqui traçada, que há múltiplos entendimentos de observação; justamente por ela ter sido entendida como prática, ideia, posteriormente, categoria epistêmica. A sua compreensão ao longo da história é contextual, abarcando diferentes significados; que perpassam desde o que é observável aos olhos, isto é, sensível aos sentidos, àquilo que se identifica com instrumentos.

Por certo, “é possível olhar sem nada ver, por exemplo, quando se está absorto em pensamentos que distanciam o indivíduo do seu entorno. Por isso também se diz que não há observação sem a consciência daquilo que é observado, sem uma efetiva interação entre sujeito e objeto” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 25).

### **Um breve resgate da observação enquanto prática, ideia e categoria epistêmica**

Por um longo tempo a observação foi, de certa forma, condicionada à noção aristotélica de ciência (PARK, 2011). Aristóteles (384-322 a. C.) é conduzido “a uma atitude fundamentalmente empirista em relação aos fenômenos da natureza” (DIJKSTERHUIS, 1969, p. 18), a partir da ênfase que confere a observação qualitativa; a contemplação. “Aristóteles vê no mundo sensível a matéria prima para a investigação científica” (PEDUZZI, 2015a, p. 51). Força, calor e frio, luz e cor, ruído, são fenômenos subjetivos, decodificados, em última instância, pelo cérebro, a partir de estímulos capazes de impressionar os respectivos órgãos a que estão ligados (RONCHI, 1957). Mas “ele não era um mero observador e apreciador da natureza – era um filósofo diante de mistérios que precisavam ser desvendados” (MARTINS, 2015, p. 16).

Em *Historia animalium* (História dos animais<sup>1</sup>); “o significado fundamental da observação era observar e esperar atentamente” (PARK, 2011, p. 18). Embora descritiva, no entanto, essa obra “não é uma mera coleção de fatos. (...) Aristóteles procurou constantemente comparar e analisar os diferentes animais” (MARTINS, 2015, p. 46-47). Silva (2006), na introdução à tradução da obra (especificamente dos livros de I ao VI), enaltece a relevância da observação na perspectiva aristotélica. A autora menciona que em algumas de suas passagens é possível “reconhecer que muita da inconsistência existente nas opiniões comuns tem por motivo a dificuldade ou ilusão que condicionam uma boa observação dos factos” (SILVA, 2006, p. 15). Logo, uma observação apurada, atenta, é um condicionante à ‘boa’ observação. “Acontece também que a observação atenta” – afirma ela, fazendo menção a consideração aristotélica das controversas teorias sobre a mudança de dentição de cães – “pode contrariar o que não passou de uma afirmação precipitada” (p. 16).

Para a historiadora Daston (2017, p. 95), a observação, na perspectiva aristotélica, tem um caráter perceptivo; sem os “hábitos adquiridos de percepção cultivados pela observação não teríamos ciência”. Aristóteles, no *Organon*, enfatiza que:

---

<sup>1</sup> Silva (2006) e Martins (2015) enfatizam que o melhor título, fazendo jus à ideia da obra, seria *Investigações sobre os animais*, pois, “a palavra ‘história’ não significava, antigamente, alguma coisa relacionada ao tempo, nem a estórias” (MARTINS, 2015, p. 47).

da percepção surge a memória, como chamamos, e da memória (quando esta ocorre frequentemente em conexão com a mesma coisa), experiência<sup>2</sup>; pois memórias que são muitas em número formam uma só experiência. E da experiência, ou de todo universal que veio a repousar na alma (o um separado dos muitos, o que quer que seja um e o mesmo em todas as coisas), surge um princípio de habilidade e entendimento (ARISTÓTELES, *Posterior Analytics*, 100a3-100a9, p. 63-64, 1991).

Em outras palavras:

da percepção para a memória, desta para a experiência e desta para ‘o todo universal’: é assim que a observação constrói uma ontologia, mesmo que a razão consciente, a faculdade da epistemológica, não tenha a mínima ideia de como isso acontece. (...) Apenas o infante ou o estudante novato deve proceder passo a passo para aprender a ver a morfologia das plantas ou a assinatura dos traços das partículas elementares ou o espectro das estrelas. O adulto, o especialista, virtuoso a fortiori pega tudo num átimo, consciente do produto, mas não do processo da percepção” (DASTON, 2017, p. 95-96).

Apesar de ter sido um “atento observador da natureza” (PEDUZZI, 1996, p. 50), Aristóteles não atribui nenhum conceito específico ao termo. Conforme reforça a historiadora da ciência Katharine Park (2011), em Cícero (103-43 a. C.) é possível identificar, ainda que de forma elementar, as raízes de uma compreensão latino-medieval da observação. A adivinhação, enquanto uma arte, coloca Cícero em *On Divination*, surge daqueles que “tendo aprendido coisas antigas por observação, buscam coisas novas por conjectura” (PARK, 2011, p. 18). Aqui reside um papel desempenhado pela observação – cumulativa, repetida, feita em um considerável período e correlacionada a fenômenos – na geração de um conhecimento conjectural.

Diante de um fenômeno marcante e desejando saber o que se segue a ele, o intérprete dos fenômenos naturais busca eventos semelhantes na memória oral ou escrita que possam oferecer orientação sobre o que esperar. (...) Assim como o capitão de um navio aprendia por observação a prever uma tempestade que se aproximava a partir de padrões de nuvens ou a definir um curso pelas estrelas, o fazendeiro desenvolveu regras que lhe diziam quando realizar atividades específicas, como semear e colher (...). Embora não sejam infalíveis, essas previsões forneceram orientação adequada para a prática diária (CÍCERO citado em PARK, 2011, p. 18-19).

Nesta perspectiva, assim como aparecerá em Plínio (23-79 a. C.) – também conhecido como Plínio, o Velho – a observação era um processo coletivo e anônimo associada ao conhecimento de uma longa linha temporal. A observação interligava-se, portanto, às previsões e conjecturas; a um passado distante, produto de práticas cumulativas de anotar e registrar fenômenos (PARK, 2011). Essa noção se perpetua até a Idade Média. Não obstante, *Observatio* (termo latino), interligava-se também a um outro sentido; o de observância –

<sup>2</sup> Experiência no sentido vivencial, lições, práticas.

obediência a uma regra. E este “sentido normativo de observar regras superou em muito qualquer valor colocado em testemunhar e registrar eventos naturais” (COOK, 2012, p. 469).

A ideia da observação como uma forma de promover um empirismo coletivo, mas que abarca tentativas de apresentar um produto específico, um conhecimento, de um autor ou de um observador em particular, surge por volta do século XV. Período este em que se tem o renascimento das letras, marca registrada do novo renascimento intelectual do Ocidente.

Percebe-se, neste contexto observacional, um:

toque prescritivo da palavra *observatio* - não simplesmente um ato de observar, mas um ato guiado por uma regra, protocolo ou código de comportamento [...]. Em outras palavras, as observações emergem [...] com um autor canônico – o observador diligente, cuja característica principal é verificar em primeira mão as observações recebidas da tradição para melhorar sua exatidão (POMATA, 2011, p. 51).

Assim, a observação – em contraste àquele acúmulo de dados anônimos e a sua transmissão para gerações ou entre mestres (professores) e discípulos (alunos) – começa a emergir agora: i) com ênfase a eventos singulares que são testemunhados pelo próprio sujeito; ii) desvinculada, cada vez mais, das artes das conjecturas, como a astrologia, como ocorria na escolástica medieval; iii) em associação as comunidades e instituições acadêmicas que permitem que observadores dispersos no tempo e no espaço, comuniquem e agrupem suas observações em cartas e publicações (DASTON, 2011).

A consolidação da observação enquanto uma categoria epistêmica interligada a todas as artes e ciências, e não restringindo-se a astronomia e a medicina, foi “resultado de inovações notáveis no fazer, usar e conceituar a observação” (DASTON, 2011, p. 82). No âmbito da física, o longo período de hegemonia produtiva de uma forma de estabelecer conhecimentos chega ao fim com o protagonismo da revolução copernicana e o nascimento de uma nova física, conceitual, experimental, matemática, no século XVII. Se antes a física tentava explicar como a mente humana, contemplativa e receptiva, podia conhecer o mundo e seus fenômenos, agora o seu propósito se volta para o estabelecimento das leis de um mundo externo que “lá está”, sob a égide de um observador “ativo”, que age sobre a natureza; não mais, como antes, receptáculo de informações, ainda que construtor de conhecimentos.

O termômetro, o microscópio, o telescópio, os prismas, a pilha voltaica, como instrumentos de investigação da ciência dos séculos XVII e XVIII, conferem novos “olhos” ao observador. Olhos que, desde então, aliando a conjectura à experiência e à técnica no diálogo permanente com a natureza, não param de ver e denotar um mundo cada vez mais distante, estranho e irreconhecível àquele do senso comum. Por certo, desde muito tempo, o ser humano desenvolve instrumentos, como a alavanca, a polia, mas estes eram ligados a utilidades práticas demandadas pela vivência. Agora, os instrumentos são de precisão, construídos por conhecimentos específicos científicos (ZATERKA, 2004). A observação

tomou, portanto, “como uma categoria epistêmica [...], seu lugar entre uma multidão de outras inovações modernas no reino da experiência disciplinada” (DASTON, 2011, p. 82).

Nesse período tem-se um marco na ciência, no qual a experimentação – no sentido de designar um dos componentes de um método de pesquisa que implica em uma intervenção ativa na natureza – passou a ocupar uma posição de destaque na estruturação de conhecimentos (RAICIK et al., 2018). Francis Bacon (1561-1626) tem um papel imprescindível, nesse contexto, com a sua defesa ao método experimental indutivo. Aqui a observação passa ter uma função, junto a experimentação, de transformar e dominar a natureza. “A observação desponta, assim, como a garantia de que não se projeta uma racionalidade que não pertence à ordem de inteligibilidade própria aos fenômenos sob investigação” (OLIVA, 1990, p. 21).

Em o *Novum Organum*, Bacon contrapõe-se a Aristóteles, mas, assim como para este último, na perspectiva baconiana ‘nada existe no intelecto que não tenha passado pelos sentidos’. Por sua vez, “os maiores embaraços e extravagâncias do intelecto provêm da obtusidade, da incompetência e das falácias dos sentidos”, afirma Bacon (1979, I, L, p. 25). Experiências e observações são o ponto de partida, mas não podem ser feitas às cegas, sem um plano, sem um método disciplinador, sem um objetivo. “Nosso método, contudo, é tão fácil de ser apresentado quanto difícil de se aplicar”, afirma Bacon (1979, p. 5), ele consiste em “estabelecer os graus de certeza, determinar o alcance exato dos sentidos e rejeitar, na maior parte dos casos, o labor da mente, calcado muito de perto sobre aqueles, abrindo e promovendo, assim, a nova e certa via da mente, que, de resto, provêm das próprias percepções sensíveis” (p. 5-6).

Bacon desqualificou os racionalistas e universitários tradicionais, sustentando que, em uma nova postura filosófica, os sábios deveriam ir além do empirismo estéril dos ferreiros, mágicos e alquimistas (JAPIASSU, 2013). “Observar é (...) um procedimento garantidor da genuidade epistêmica” (OLIVA, 1990, p. 21). Não obstante, ele:

sabia que muitos são os obstáculos que se podem formar ao longo da via que nos deve levar à rigorosa observação (...). Mesmo que suponhamos que exista uma atividade observacional pura não podemos deixar de reconhecer que nossas caracterizações dos ‘fatos’ costumam ser prejudicadas por falhas no nível de percepção (...) e por preconceitos profundamente em nós arraigados que nos levam a ter visões deformadas até daquilo que corriqueiramente registramos (OLIVA, 1990, p. 210).

Nesse sentido, Bacon valorizou as atividades observacionais e, conseqüentemente, a experimentação, salvaguardando-as de quatro gêneros de ídolos – fontes tipológicas de ilusão cognitiva – que distorcem a imagem do mundo e que bloqueiam a mente humana (ídolos da tribo; ídolos da caverna; ídolos do foro; ídolos do teatro). Apenas livres dessas fontes de erro,

com a mente purificada de opiniões, o ser humano seria capaz de alcançar o genuíno conhecimento (RAICIK et al., 2018). “Os ídolos e noções falsas que ora ocupam o intelecto humano e nele se acham implantados não somente o obstruem a ponto de ser difícil o acesso da verdade, como”, continua ele “mesmo depois de seu pórtico logrado e descerrado, poderão ressurgir como obstáculo à própria instauração das ciências, a não ser que os homens, já precavidos contra eles, se cuidem o mais que possam” (BACON, 1979, II, XXXVIII, p. 20-21). Assim, em uma perspectiva baconiana, a ciência também “precisa ser como a abelha, que, possuidora dos talentos tanto da formiga [empíricos] quanto da aranha [racionalistas], é capaz de fazer mais do que elas separadamente, pois digere e interpreta tanto os experimentos quanto a especulação” (HACKING, 2012, p. 367). Vale frisar, portanto, que “os ‘ídolos’ que afligiam as cognições e julgamentos humanos não podiam ser anulados, porém seus efeitos poderiam ser mitigados, certificando-se de que os indivíduos criticassem e corrigissem mutuamente suas deliberações” (SHAPIN, 2013, p. 132).

Influenciando consideravelmente a doutrina oficial da Royal Society (BUTTERFIELD, 1949; HACKING, 2012) e, conseqüentemente, outras instituições que se seguiram a ela – como as academias nacionais de Paris, São Petersburgo, Berlim – Bacon e seus adeptos tiveram um papel fundamental na disseminação de uma nova noção de observação, além da própria experimentação, em círculos científicos do período (DASTON, 2011; HACKING, 2012).

Em termos gerais, o empirismo e a indução – amplamente presentes no método experimental preeminente no *Novum Organum* – prevaleceram e serviram de base para o positivismo no século XIX e para o positivismo lógico dos Círculos de Viena e de Berlim, no século XX. A observação, isenta de concepções preconcebidas, passou a ser um dos componentes a legitimar o conhecimento científico e, para isso, deveria ser imparcial.

A objetividade da ciência indutivista deriva do fato de que tanto a observação como o raciocínio indutivo são eles mesmos objetivos. Proposições de observação podem ser averiguadas por qualquer observador pelo uso normal dos sentidos. Não é permitida a intrusão de nenhum elemento pessoal, subjetivo. A validade das proposições de observação, quando corretamente alcançada, não vai depender do gosto, da opinião, das esperanças ou expectativas do observador (CHALMERS, 1999, p. 34).

No âmbito do positivismo existe uma distinção radical entre teoria e observação (HACKING, 2012). Os “positivistas lógicos na sua busca por uma ‘linguagem observacional neutra’ abraçaram a doutrina dos dados puros, inocentes de qualquer teoria e, portanto, qualificados para julgar entre teorias concorrentes” (DASTON, 2017, p. 91). Em outras palavras, há uma separação – clara, objetiva, crucial – entre os dados sensoriais registrados no ato de observar e as construções intelectuais que seguem a eles.

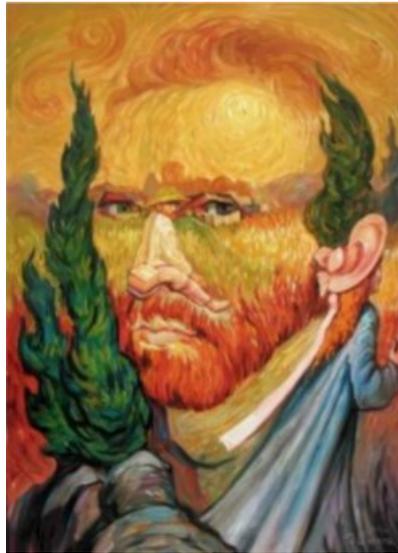
“Mas a observação – que é ela *antes* da interpretação? Que é que poderia ser uma observação independente de interpretações? É possível separar as duas coisas?”, indaga o filósofo da ciência Norwood Hanson (HANSON, 1979, p. 127, grifo do autor). As ponderações a estas e outras questões em meados do século passado, em uma perspectiva filosófica que, por entre sua pluralidade, apresenta fortes críticas ao neopositivismo, simbolizam novas reflexões sobre observação (científica).

### **O caráter epistêmico da observação e sua utopia de neutralidade**

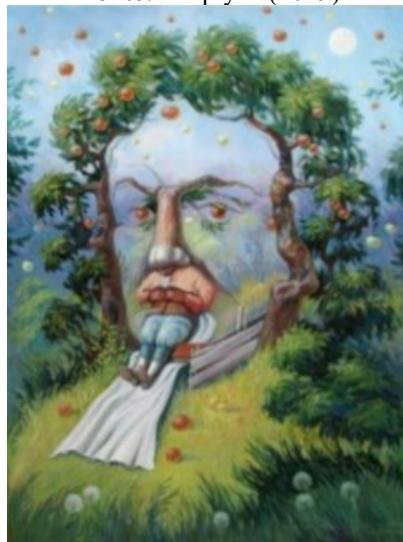
Em *Padrões de Descoberta*, Hanson (1958) discorre acerca de seu termo máximo ‘*theory-loaded*’; que permeia a ideia de observação carregada de teoria. “São as pessoas que vêem e não seus olhos” (HANSON, 1979, p. 130), afirma ele. Isso, pois, há muito mais coisas no ato de ver do que as imagens que se formam na retina do observador. “Ver não é apenas ter uma experiência visual; é [trata-se] também [d]o modo como se tem essa experiência” (HANSON, 1979, p. 133, grifo nosso). Assim, embora observadores distintos possam se defrontar com um mesmo objeto ou fenômeno, eles não estão, necessariamente, observando a mesma coisa; a observação é um ato de experienciar algo que transcende igualdade de condições sob as quais aquilo se encontra. A experiência visual que alguém tem ao ver um objeto depende de seus conhecimentos, de suas vivências, de suas expectativas... e não – pura e simploriamente – empregar teorias diferentes a dados ditos ‘puros’.

A observação e a interpretação interligam-se como coisas indissociáveis; elas sustentam-se mutuamente. Não podem, na perspectiva hansoniana, nem serem separadas, tampouco agregadas, pelo fato de não se afastarem, pois uma manifesta-se com, em e pela outra. “Separar a urdidura do tecido destrói o produto; separar a pintura da tela destrói o quadro; separar matéria e forma numa estátua torna-a ininteligível. Assim também, separar os sinais-de-apreensão-de-sensações da apreciação-do-significado desses sinais destruiria o que entendemos por observação científica” (HANSON, 1979, p. 128).

Utilizando magistralmente a ilusão de óptica, algumas obras do pintor de arte contemporânea ucraniano Oleg Shuplyak, podem exemplificar como as observações não são neutras (PEDUZZI; RAICIK, 2020). O rosto de Vincent van Gogh nas pinceladas impressionistas do quadro abaixo à esquerda [fig. 1], ou o de Isaac Newton no cenário que evoca o mito da maçã, à direita [fig. 2], demandam conhecimentos específicos para serem apreciadas em seu alcance cultural mais amplo. Em outras palavras, pode-se dizer que a observação é “dirigida pelo interesse do contexto” (HANSON, 1979, p. 135)

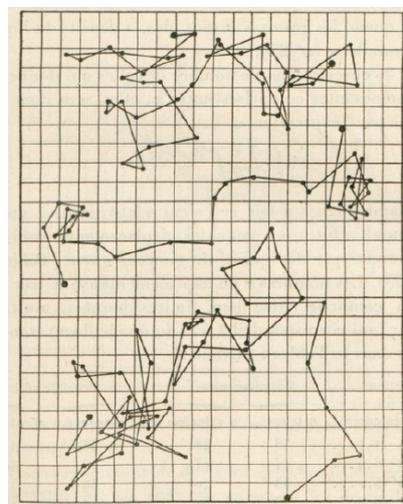


**Figura 1** – “Retrato duplo de Van Gogh”  
**Fonte:** Shuplyak (2019)



**Figura 2** – “Newton no jardim das ideias”  
**Fonte:** Shuplyak (2019)

Tome-se, agora, a imagem abaixo:



**Figura 3** – Uma representação de Jean Perrin  
**Fonte:** Perrin (1909)

Uma folha de papel quadriculado na qual três linhas tracejadas foram desenhadas [?]. Um jogo de conectar os pontos que deu errado, sem um padrão obviamente reconhecível [?]. Nenhuma escala está inscrita que possa fornecer pistas sobre o tamanho e a natureza do objeto ou fenômeno ali representado. Nenhuma indicação sobre o procedimento envolvido na produção desta abstração bidimensional. Sem números, letras ou símbolos para dizer ao visualizador como segurar a figura ou em que direção as linhas correm (...) (BIGG, 2011, p. 157).

Assim a historiadora da ciência Charlotte Bigg inicia um de seus artigos; fazendo menção à imagem acima [fig. 3], publicada por Jean Perrin em 1909. Um físico certamente diria, de antemão, que a figura corresponde ao movimento browniano. Mas como e quando isto se torna possível? À luz de Ludwik Fleck (2010, p. 141), pode-se dizer que “somente após muitas vivências, talvez após uma formação prévia, adquire-se a capacidade de perceber, de maneira imediata, um sentido, uma forma e uma unidade fechada”. Em outras palavras, isto quer dizer que a observação sem pressuposições “psicologicamente, é um contrassenso e, logicamente, uma brincadeira” (p. 142).

Essa acepção de Fleck assemelha-se, em parte, àquela aristotélica, em que a observação possui um caráter perceptivo; o observar envolve, primeiramente, o ver inicial e pouco claro e, posteriormente, a percepção da forma desenvolvida e imediata. Em uma perspectiva fleckiana, há uma distinção importante entre experiência e in experiência; o físico, o químico, o biólogo... aprende a ver por experiência acumulada de uma coletividade bem treinada (DASTON, 2017).

Resgatando um trecho de Thomas Coward, um ornitólogo britânico, Daston exemplifica a simultaneidade da percepção virtuosa a partir do termo “jizz” (jeito) cunhado por naturalistas de campo:

Um irlandês da costa oeste era familiarizado com as criaturas selvagens que residiam ou visitavam a região; bastava um olhar para que pudesse nomeá-las, com frequência corretamente, mas se perguntado como as conhecia, ele respondia, ‘pelo jeito delas’... Aquela imagem mental gravada pelo olho é acurada em proporção com nossa familiaridade com a espécie; quanto mais familiares somos, menos coisas notamos à exceção do jeito. O maçarico-real que se vê de passagem pode ter um bico longo e curvo, uma parte inferior das costas pálida, um voo forte e específico; sabemos que tais características estão presentes, mas na verdade não as vemos; vemos um maçarico-real. O maçarico-real lampeja no cérebro sem pausa para análise mental, pois notamos o jeito (COWARD citado por DASTON, 2017, p. 96).

Essa ampla proximidade e conhecimento com determinados fenômenos, faz com que menos coisas sejam notadas à exceção do jeito; ou, em uma perspectiva fleckiana, a competência de ver para além da forma ou o que a contradiz acaba se perdendo. Mas isso não é um mal, pois como ele mesmo enfatiza, a disposição à percepção direcionada é a parte mais importante do estilo de pensamento. Assim, “certa, rápida e silenciosa, ‘sem pausa para análise mental’, a observação é fundada em longa familiaridade com os fenômenos em

questão, sejam eles maçaricos-reais, bactérias do tipo estreptococos” (DASTON, 2017 p. 96), uma figura do movimento browniano, o reconhecimento do rosto de van Gogh, uma representação à anedota da maçã newtoniana etc.

“Quem nada aprendeu, nada pode observar”, diz Hanson (1979, p. 134). Isso no sentido em que para ver como um físico, um biólogo, um químico... é preciso ter condições para isso. “O significado de uma observação é função de sua localização numa rede de hipóteses e inferências” (OLIVA, 1994, p. 17). A natureza não se mostra por si só: é interagindo com ela, submetendo-a a condições específicas, que se visa compreendê-la (IGLESIAS, 2004). Isto em uma ciência natural envolve, inclusive, o uso de instrumentos.

Como salienta Hacking (2012), os cientistas, naturalmente, não restringem, em absoluto, a observação à noção de ‘ver a olho nu’; os dispositivos permitem que coisas sejam vistas. O caso de Galileu com sua luneta é um exemplo clássico. Os novos ‘olhares’ trazidos pelo telescópio incluía estrelas que nunca havia se visto, irregularidades na superfície lunar, satélites em Júpiter, ‘protuberâncias’ em Saturno, fases em Vênus, manchas no Sol. Não obstante, estas observações não podem ser dissociadas das interpretações que as acompanham intrinsecamente; elas são dirigidas pelo interesse do contexto (HANSON, 1979). Aristotélicos e copernicanos, com suas visões de mundo tão distintas, e antagônicas, por exemplo, vão atribuir interpretações distintas ao dirigem o telescópio a Júpiter, a Lua, ao Sol. Ao se alegar, de um lado, a existência de satélites em Júpiter, cavidades e saliências na Lua, manchas solares e, de outro, defeitos nas lentes do dispositivo, um suposto cristal transparente que revestiria a Lua (mantendo seu ‘interior’ liso, uniforme, impecável), objetos/corpos que se interpunham entre o observador e o Sol, evidencia-se a relevância e o papel da interpretação das observações, das concepções teóricas, no desenvolvimento e defesa de teorias científicas.

As observações não são neutras. Ptolomeu incluiu o epiciclo-deferente, um artifício geométrico, para explicar o movimento retrógrado de um planeta em um sistema astronômico com a Terra imóvel, centro e referencial para todos os movimentos. Copérnico, ainda que essencialmente tenha se valido dos mesmos dados observacionais que os utilizados por Ptolomeu, atribuiu o movimento retrógrado às diferentes velocidades orbitais planetárias em um sistema em que a Terra deixa de ser o centro do mundo, passando a ter, juntamente com o Sol, novo papel. A observação científica, como bem enfatiza Hanson, é uma atividade carregada de teoria (HANSON, 1985).

Como coloca o físico, historiador e filósofo da ciência Pierre Duhem (2014), ademais, “somente a interpretação teórica dos fenômenos torna possível o uso dos instrumentos” (p. 192). A constatação da resistência elétrica, por exemplo, demanda um conhecimento específico. Não basta um aparelho sensível e exato. Um ohmímetro, grosso modo, ainda que se saiba conectar adequadamente os seus terminais, oferecerá um número. A simples

verificação desse valor não implica conhecimento, aderência, necessidade de teorias. Não é preciso saber física para anotar o dado por ele oferecido, mas ela é imprescindível para a interpretação do que é observado. Isto é, “seria impossível usar os instrumentos que se encontram em um laboratório de física se não substituíssem os objetos concretos que compõem esses instrumentos por uma representação abstrata e esquemática que dá ensejo ao raciocínio matemático”; quer dizer, “se não se submetesse essa combinação de abstrações a deduções e a cálculos que implicam adesão a teorias” (DUHEM, 2014, p. 193). Em outras palavras, há uma distinção entre um relato de fatos, a descrição de objetos e uma avaliação numérica, a partir de símbolos (propriedades, linguagens, etc.) que são criados teoricamente.

Em *O conceito de observação na ciência e na filosofia*, o filósofo da ciência Dudley Shapere (1982) apresenta uma discussão daquilo que um físico torna observável por meio de instrumentos – no qual chama de uma observação ‘direta’ – e contrastes no uso de termos como observação, detecção... a partir de um exemplo acerca do interior do Sol. Assim, ele propõe e desenvolve uma análise a partir da noção de que:

x é observado diretamente se: (1) A informação é (pode ser) recebida por um receptor [instrumento] apropriado; e (2) A informação é (pode ser) diretamente transmitida, isto é, transmitida sem interferência para o receptor da entidade x (que é fonte da informação) (SHAPERRE, 1982, p. 492).

E complementa com sua frase máxima de que a observação científica “é uma função do atual estado de conhecimento físico” (p. 492). Isto, no sentido de que o conhecimento físico atual que se tem vai determinar ou especificar o que significa ou representa um receptor apropriado e seu funcionamento, o que conta como uma informação e os diferentes tipos de informações possíveis. A situação de algo como observável ou inobservável depende das técnicas de análises, das teorias existentes (HACKING, 2012). No exemplo discorrido por Shapere, de se observar o interior do Sol utilizando os neutrinos emitidos pelos processos de fusão solar, o entendimento do que compreende uma observação vai depender das teorias dos quais se dispõe (HACKING, 2012). Em outras palavras: “só podemos observar neutrinos solares se nossa teoria científica postular sua existência e fornecer várias de suas propriedades. Ou seja, de modo geral, uma observação é carregada (impregnada) de considerações teóricas (epistêmicas)” (PESSOA Jr., 2011, p. 369). Ou poderia se pensar em um exemplo dado por Bacon ao discorrer sobre as instâncias que ‘abrem portas ou portões’, como os telescópios e os microscópios; em relação a este último, ele diz: “se as tivesse conhecido Demócrito, ter-se-ia alegrado muito, pensado ter encontrado a forma de ver os átomos, que ele considerava invisíveis” (BACON, 1979, II, XXXIX, p. 174).

Em síntese, embora positivistas como Auguste Comte, Ernest Mach, Rudolf Carnap tenham insistido em uma distinção entre teoria e observação, a fim de salvaguardar a ciência

da metafísica (HACKING, 2012), elas “vivem uma vida de simbiose mútua, de modo que cada uma sustenta a outra, conceitualmente falando, e a separação redundante em morte de ambas” (HANSON, 1979, p. 138).

### **A não neutralidade da observação científica e episódios históricos: implicações ao ensino de ciências**

A história da ciência apresenta inúmeros casos que permite exemplificar e discutir, em associação a um resgate epistemológico, a não neutralidade da observação científica. A literatura dos últimos anos tem enfatizado que discussões implícitas sobre a ciência, no ensino, não são suficientes para promover uma aprendizagem significativa de aspectos relativos à natureza da ciência (MASSONI, 2010). É preciso, para tanto, desenvolver estratégias para aprimorar o senso crítico de estudantes e, inclusive, professores (CLOUGH, 2007; ALLCHIN, 2011; MATTHEWS, 2012; MARTINS, 2015; PEDUZZI; RAICIK, 2020). Torna-se cada vez mais necessário:

explorar aspectos da epistemologia que possam ser relevantes para certos aspectos da educação científica. A epistemologia está necessariamente implícita em qualquer currículo de ciências. É dela em boa parte a concepção de ciência que é ensinada. É nossa convicção, pois, que o conhecimento de epistemologia torna os professores capazes de melhor compreender que ciência estão a ensinar, ajuda-os na preparação e na orientação a dar às suas aulas e dá um significado mais claro e credível às suas propostas. (PRAIA et al., 2002, p. 128).

A história da ciência pode viabilizar essas discussões na educação científica (MATTHEWS, 1995; FORATO et al., 2011; PEDUZZI, 2011; TEIXEIRA et al., 2012; MOURA, 2014; SOBIECZAK, 2017; RAICIK, 2019; PEDUZZI; RAICIK, 2020). O estudo de episódios históricos no ensino, não dissociados de discussões epistemológicas – como aquelas promovidas nas seções anteriores – pode contribuir para a exemplificação, e melhor entendimento, em uma perspectiva filosófica contemporânea, de que “no ver existe algo mais do que aquilo que nos chega aos olhos. E há mais na observação científica do que o simples estar alerta, com os órgãos dos sentidos ‘em estado de prontidão’” (HANSON, 1979, p. 130). Quer na história da mecânica, da eletricidade, da ciência moderna, a observação está lá; e sua neutralidade é apenas utopia. Os exemplos a seguir, quando devidamente contextualizados, podem contribuir para promover essas reflexões no ensino de ciências.

Na emergente ciência grega, aquele que pode ser considerado o primeiro filósofo natural já apresenta casos simples de que as observações são impregnadas de constructos teóricos. Thales de Mileto, no começo do século VI a.c., ainda que não baseado necessariamente em observações, mas amparado em analogias empíricas e observacionais, oferece uma bela teoria acerca dos terremotos e da sustentação da Terra (POPPER, 2014).

Para ele, a Terra flutua sobre a água e os seus tremores se devem a esta sustentação aquática. Embora essa conjectura teórica não tenha contrapartida empírica, ela é sustentada, por analogia, às observações que ele fazia do balanço de barcos sobre a água (PEDUZZI, 2015a). O historiador da ciência Robin George Collingwood (1986) enfatiza, para além disso, que Thales concebia o mundo como um organismo vivo, feito de alma, e assim estar a Terra sobre a água, extraindo-a e transformando-a, permitiria a ela, e tudo nela, se restaurar a exemplo dos processos de respiração e digestão do corpo humano. Com efeito, como coloca Popper (2014), “ensina-nos o estudo dos pré-socráticos que os fatos são muito diferentes” daqueles enraizados na epistemologia empiricista e na historiografia tradicional que, influenciados por uma visão baconiana (reducionista, diga-se de passagem), alegam “que toda a ciência parte da observação e em seguida, aos poucos e com cautela, avança rumos às teorias” (p. 3).

As novas observações trazidas com o telescópio, sumariamente comentadas na seção anterior, oferecem inúmeros exemplos de que os dados, per si, não geram teorias. As distintas visões entre Galileu e Christopher Scheiner sobre as manchas solares evidenciam que as observações são impregnadas de teoria; neste caso, elas fazem parte de um debate mais amplo em torno da imutabilidade ou não do céu. O Sol, quando visto pelas lentes da luneta, apresentava manchas escuras. Depois de observações sistemáticas e sucessivas, Galileu conclui que elas eram um fenômeno solar; o Sol gira sobre si mesmo, completando uma revolução a cada trinta dias, aproximadamente (PEDUZZI, 2015a). “O que pensaria um cardeal ou um aristotélico? Deveria negar o que se apresentava à sua própria visão? Estaria ante uma ilusão de óptica?” (RESTON, 1995, p. 158). Conforme o historiador da ciência James Reston, Galileu se manifesta enfaticamente em carta a Federico Cesi (fundador da Academia dos Linceus):

Suspeito de que essa nova descoberta anunciará o funeral, ou melhor, o juízo final, da pseudofilosofia. O canto fúnebre já foi ouvido na Lua, nos astros mediceus, em Saturno e em Vênus. Quero ver o esforço que os peripatéticos farão agora para sustentar a imutabilidade do firmamento (RESTON, 1995, p. 158).

Não obstante, o telescópio, um instrumento que, como coloca Bacon (1979, II, XXXIX), “ajuda as ações diretas dos sentidos” – assim como o microscópio, os astrolábios, as réguas métricas – não surge livre de repulsas e desconfianças. Como “dar pleno crédito ao que, eventualmente, pudesse ser visto através de suas lentes?” (PEDUZZI 2015a, p. 136).

Jesuítas como Scheiner buscaram, a todo custo, salvar a incorruptibilidade celeste; ainda que isso demandasse interpretar as manchas como produzidas por corpos opacos, situados entre o observador e o Sol, cujas sombras projetadas produziam as manchas observadas (MARICONDA, 2011). A visão de que fatos observados são fontes de imparcialidade não pode ser sustentada. As observações são dirigidas por concepções

teóricas, filosóficas, teológicas... O debate, neste caso, envolve não apenas a credibilidade e confiabilidade no dispositivo instrumental, mas esquemas conceituais e filosóficos profundamente arraigados e, por esta razão, “muitos cientistas têm dificuldades, e por vezes se recusam, a abandoná-los, mesmo sob forte evidência empírica contrária à sua sustentação” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 37).

Os primeiros desenhos lunares, igualmente, podem apontar a não neutralidade das observações científicas. Galileu não foi o único a registrar a Lua; o matemático Thomas Hariot, inclusive, o precedeu por alguns meses. A diferença entre o primeiro esboço feito por Hariot e os desenhos de Galileu no *Mensageiro das Estrelas* evidenciam, para além da qualidade dos instrumentos utilizados, que a visão de mundo copernicana de Galileu o fez divisar montanhas e crateras na superfície da Lua; algo que as tênues e esparsas linhas de Hariot, por nada significarem, nada revelaram (PEDUZZI, 2015a). Posteriormente, depois de ter lido o livro de Galileu, Hariot vê a Lua com outros olhos. Não obstante, “parece nunca ter tido mais do que um interesse estritamente cartográfico, representando o que pensava serem os continentes, mares e litorais da Lua” (LEITÃO, 2010, p. 56).

Jorge e Peduzzi (2018) a partir de uma aproximação entre arte e ciência, contra exemplificam a neutralidade da observação científica com um resgate histórico-filosófico de desenhos lunares desenvolvidos por Hariot, Galileu e o pintor Lodovico Cardi. Várias foram as influências no modo de produzir conhecimento; como as questões teóricas de cada sujeito, sua visão de mundo, seus conhecimentos apriorísticos, as suas técnicas relativas às práticas artísticas e científicas. “Nota-se”, enfatizam os autores, “que a habilidade para ver e explicitar as tênues configurações da superfície lunar não depende apenas da acuidade observacional, mas que também é função da capacidade do observador em ajustar as vagas percepções a um referencial teórico” (p. 194).

A “Nova teoria da luz e cores” de Newton (1672), em particular, proporciona uma dinâmica rica entre as observações, experimentações e hipóteses na construção de conhecimento científico – sobretudo aquela que envolve a forma oblonga do espectro da luz branca ao ser refratada por um prisma. Este é mais um episódio histórico propício a evidenciar que “o pressuposto de neutralidade das observações, feitas por uma mente atenta e aberta, sem preconceitos, é fantasia do mais ingênuo indutivista (PEDUZZI, 2015b, p. 139-140). Até então, a luz branca era considerada pura; homogênea. As explicações para a formação das cores se pautavam, em síntese, em teorias sobre a modificação ou perturbação da luz ao passar por um meio transparente, como alegam Robert Hooke, Robert Boyle, René Descartes, Francesco Grimaldi (SILVA; MARTINS, 1996). Ao observar a forma oblonga da luz, Newton está familiarizado profundamente com a lei da refração (de Descartes) e, igualmente, com o uso de lentes e prismas. Com efeito, “o que se observa, longe de ser o

domínio de uma objetividade sem fissura, é um campo de interpretação. O tipo de interpretação dependerá, entre muitas outras coisas, da formação cultural e a perspectiva de pensamento do observador” (GRANÉS, 2001, p. 31-32). Diversas foram as críticas à heterogeneidade da luz branca e aos experimentos newtonianos, como as proferidas por Hooke, Christiaan Huygens, Ignatius Pardies, Anthony Lucas, Francis Linus, que geraram, inclusive, debates calorosos na ciência (GRANÉS, 2001; RAICIK et al., 2017).

A noção de que toda observação é subsidiada, entre outros fatores, pelos pressupostos de cada estudioso pode ser proficuamente exemplificada com inúmeros episódios da história da eletricidade. No século XVIII, várias explorações, sistematizações, observações e descobertas de fenômenos e conceitos de natureza elétrica foram desenvolvidos, compreendidos, esclarecidos (HEILBRON, 1979). “Eu estava muito surpreso e concluí que havia certamente uma virtude atrativa comunicada à rolha pelo tubo excitado” (GRAY, 1731, p. 20), diz Stephen Gray ao constatar que, ao atritar um tubo oco de vidro fechado em suas laterais com rolhas para mantê-lo limpo e sem pó em sua parte interna, uma das rolhas atraiu para si uma pena, que estava em suas imediações. O processo que conduziu a descoberta da eletrização por comunicação ocorreu a partir de uma observação completamente inesperada à luz do arcabouço conceitual que se tinha naquele momento (RAICIK; PEDUZZI, 2016; BOSS et al., 2012). Isso não significa que a observação ocorreu de forma neutra e livre de conjecturas, muito pelo contrário. Foi justamente seu já envolvimento com estudos elétricos que fez Gray ver, naquele evento, algum possível fenômeno elétrico; algo digno de um estudo aprofundado. “Certo número de observações acidentais (...) tem afiançado a opinião de que o acaso desempenha um papel primordial na criação científica” (TATON, 1955, p. 74). Este é “um exemplo clássico de um acaso que favorece uma mente preparada” (HEILBRON, 1979, p. 245).

A descoberta da repulsão elétrica, da mesma forma, está imersa em um “processo vivo, criativo, polêmico, questionador, argumentativo” que “contrasta com a falsa imagem de uma ciência que se apresenta como um corpo árido de fatos e conclusões” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 42). Muitos estudiosos já haviam observado, por certo, o afastamento entre os corpos. Essa repulsão, no entanto, era vista à luz de distintas concepções, como choques mecânicos (colisões, rebotes), ausência de afinidade entre os corpos ou apenas como uma repulsão ‘aparente’ (ASSIS, 2011; PEDUZZI, 2018). Charles Du Fay é quem reconhece a natureza desse fenômeno como genuinamente elétrico (RAICIK; PEDUZZI, 2015). Não obstante, houve uma grande relutância em admitir a repulsão como um efeito oposto ao da atração elétrica (BONAUDI, 1993), justamente porque as observações não falam por si. Toda observação e experimentação são subsidiadas, entre outros fatores, pelos pressupostos conceituais de cada estudioso.

A história por trás da eletricidade animal, em particular a controvérsia travada entre o anatomista Luigi Galvani e o físico Alessandro Volta, considerada uma das mais emblemáticas da história da ciência (BERNARDI, 2000), evidencia o quanto as observações são carregadas de teoria. Enquanto Galvani defende uma eletricidade intrinsecamente animal, ao constatar contrações em sapos, Volta sustenta a teoria do contato metálico. Ambos estavam diante do fenômeno, mas o estavam observando sob óticas distintas (RAICIK, 2020a); como argumenta Hanson (1979), vale lembrar, “observar x é vê-lo como isto ou aquilo” (p. 129). A ambiguidade da rã se adequava as duas teorias: um condensador orgânico ou um eletromotor físico? (PERA, 1992). Com efeito, no caso de Galvani, “foi o seu ‘treinamento científico’, à luz de uma perspectiva biológica e fisiológica, ‘que praticamente o impulsionou a esta conclusão’, fazendo-a parecer natural a ele” (PEDUZZI, 2018, p. 111). Diferentemente de Galvani, que admite que a rã não é um objeto físico qualquer, mas um organismo vivo que deveria conter um fluido elétrico específico, Volta defende que, como em todo objeto físico, ela deveria ter um fluido elétrico comum (PERA, 1992). “Com efeito, nenhum dos dois protagonistas poderia reconhecer, plenamente, a validade da concepção do outro sem ter de renunciar a sua própria explicação. Eram lentes conceituais distintas para um mesmo fenômeno” (RAICIK, 2021, p. 483).

*Nos encantos da história, vamos descobrir que relação pode ter entre um sapo e uma garrafa de Leiden?*<sup>3</sup> (RAICIK, 2020b), a título de exemplo, é uma unidade didática desenvolvida com o objetivo de contextualizar os estudos iniciais de Galvani, evidenciando a analogia entre o seu sistema neuromuscular e a garrafa de Leiden, no qual apresenta como conceito central a não neutralidade das observações. Esta unidade, voltada a alunos do ensino médio, visa promover discussões relativas à Natureza da Ciência, particularmente referente a observação, a partir de uma fundamentação epistemológica, histórica, educacional e metodológica, no ensino de ciências; da física em particular.

Longe de esgotar a infinitude de exemplos que podem auxiliar em uma melhor compreensão da observação científica, os casos citados denotam a proficuidade de episódios históricos, para inserção de discussões epistemológicas no ensino de ciências. Estes casos, e tantos outros que poderiam aqui ser mencionados, evidenciam que dicotomizar os dados sensoriais e as impregnações teóricas resultam “na morte da ciência natural, cujo pulsar é uma luta por observações mais inteligentemente buscadas, racionalmente compreendidas e teoricamente apreciadas” (HANSON, 1979, p. 128).

---

<sup>3</sup> Esta Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, e seus respectivos materiais, pode ser acessada em [www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br](http://www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br)

## **Considerações finais ou perspectivas em aberto de um tema nada trivial? A não neutralidade das “observações” ...**

A observação de um mesmo fenômeno não se revela a mesma para diferentes observadores que, possuindo formações (de vida, acadêmica, cultural...) distintas, podem ver coisas diferentes (GRANÉS, 2001). A história e filosofia da ciência pode viabilizar uma melhor reflexão crítica à concepção empírico-indutivista e atórica da ciência (PEDUZZI, 2011) quando devidamente levada ao ensino. Por certo, como aponta a literatura na atualidade, um dos objetivos da educação científica, em qualquer nível de ensino, é o de promover uma compreensão de natureza da ciência compatível com reflexões filosóficas contemporâneas (MATTHEWS, 1995; McCOMAS, 2002; ABD-EL-KHALICH, 2005; CLOUGH, 2007; MARTINS, 2015; PEDUZZI; RAICIK, 2020).

A epistemologia ajuda os professores a melhorarem as suas próprias concepções de ciência e à fundamentação da sua ação pedagógico-didática. Questionar, discutir e refletir acerca da pertinência de conexões entre ciência/epistemologia/educação em ciência é um exercício necessário aos professores para poderem fundamentadamente fazer as suas opções científico-educacionais (PRAIA et al., 2002, p. 128).

Não obstante, para isso, faz-se necessário cada vez mais o desenvolvimento de reflexões acerca de temáticas epistemológicas, como aquela que envolve a observação científica. Ao se resgatar, ainda que sucintamente, uma noção de observação enquanto prática, ideia e categoria epistêmica, para anteceder discussões pós-positivistas – que embora mais debatida, faz-se ainda necessária no contexto de ensino – visou-se apresentar uma breve contextualização histórica-epistemológica para situar a temática em um pano de fundo mais amplo.

A relação da observação com “o” ‘método científico’, não abordada no presente artigo, pode apresentar também implicações relevantes tanto no âmbito da história da observação científica, quanto de suas reflexões no ensino. Isto, pois, a falácia de um (único e infalível) método ainda permeia a visão de professores, estudantes e até materiais didáticos e paradidáticos. Inclusive, e ainda hoje, “fora da escola, o método científico também é visto como uma maneira segura de se chegar a resultados, a descobertas” (MOREIRA; OSTERMANN, 1993, p. 108). A história do método está imbrincada à da observação, enquanto uma categoria epistêmica, no início da ciência moderna. Em 1865 o método experimental, originalmente sinônimo de o método científico (HACKING, 2012), depois de ter sido inventado e “praticado” por inúmeros estudiosos, foi codificado por Claude-Bernard em suas três etapas fundamentais: a) a observação de um fato-problema; b) a formulação de uma hipótese; c) sua verificação experimental (JAPIASSU, 2013). Uma contextualização dessa origem, juntamente à reflexão da observação científica, em uma perspectiva filosófica

contemporânea, pode auxiliar no entendimento do papel da observação científica na ciência. É preciso, no ensino, “superar a visão de ciência que considera o processo de produção do conhecimento científico como uma rígida sequência de passos que começa com a observação e culmina em uma conclusão/descoberta” (MOREIRA; OSTERMANN, 1993, p. 117). Afinal, “não há, nem nunca houve, um método único e infalível; há muitos métodos, muitos procedimentos passíveis de erros e incertezas, que dependem do que se investiga e de como e onde isso é feito” (PEDUZZI; RAICIK, 2020, p. 32-33) e a observação, nesse sentido, é um dos componentes que fazem parte de um processo rico, dinâmico, vivo, cheio de nuances e tomado de subjetividades.

O fato de mencionar exemplos que envolvam experimentação não significa admitir que ela é sinônimo de observação. Trata-se de reconhecer que também há observação em processos experimentais. Aliás, a ideia e o contraponto entre observação e experimentação apresenta-se como mais uma perspectiva que pode vir a ser resgatada.

A relação entre observação e experimento mudou não uma, mas várias vezes: de sinônimos grosseiros, como na frase ‘observações e experimentos’ que se tornou corrente no início do século XVII, a partes complementares e interligadas de um único método de investigação ao longo de grande parte do século XVIII e início do século XIX, a procedimentos distintos opostos como ‘observação passiva’ e ‘experimento ativo’ em meados do século XIX (DASTON, 2011, p. 82).

Cabe salientar, ainda, que no âmbito filosófico as considerações aqui tecidas, sobretudo na terceira seção, referem-se a concepções epistemológicas estruturadas em termos neokantianos, que permearam reflexões de filósofos a partir de meados do século passado. Uma outra perspectiva, que igualmente poderia ser debatida, diz respeito a uma argumentação ontológica acerca de observações científicas. Daston, por exemplo, exprime essas novas preocupações: “como a observação especializada discerne e estabiliza objetos científicos para uma comunidade de pesquisadores”. Isto é, “uma questão que se situa em algum lugar entre epistemologia (...) e metafísica (que investiga a realidade última das entidades observadas – especialmente, no caso da observação científica, sob condições altamente mediadas por instrumentos e instalações engenhosas)” (DASTON, 2017, p. 92).

Por fim, frisa-se, da mesma forma com a qual se iniciou este artigo, que a observação científica é um emaranhado de componentes empíricos, precipitados teóricos dos mais variados (cultural, conceitual, epistemológico...) e possui uma história. A utopia de sua neutralidade, seja na filosofia da ciência, já superada, quer no ensino, ainda presente, necessita ser resgata, discutida e refletida por diferentes frentes contextuais. A história e filosofia da ciência é um desses caminhos. Afinal, a ciência, particularmente a física, “não é apenas uma exposição sistemática dos sentidos ao mundo; é também uma maneira de pensar acerca do mundo, uma maneira de formar concepções”. O observador, em especial o

observador científico, não é aquele “que vê e comunica o que todos os observadores normais veem e comunicam”, mas aquele “que vê em objetos familiares o que ninguém jamais viu antes” (HANSON, 1985, p. 112).

## Referências

- ABD-EL-KHALICK, F. Developing deeper understandings of nature of science: the impact of a philosophy of science course on preservice teacher's views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, v. 27, n. 1, p. 15-42, 2005.
- ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (Whole) Science. *Science Education*, v. 95, n. 3, p. 518-542, mar. 2011.
- ARISTÓTELES. *Categories*. Fourth Printing, 1991.
- ASSIS, A. K. T. *Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- BACON, F. *Novum Organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza; Nova Atlântica*. São Paulo: Abril Cultural, 1979.
- BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. Visões sobre natureza da ciência em artigos publicados em periódicos nacionais da área de ensino de ciências: um olhar para a educação em química. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 14, n. 30, p. 77-104, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5332>>. Último acesso em: 09 dez. 2022
- BATISTA, C. A. S. *Um Mergulho na História Conceitual da Astronomia, da Cosmologia e da Física à Luz da Solução de Problemas Laudanianos: dos babilônios à gravitação newtoniana*. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- BERNARDI, W. The controversy on animal electricity in eighteenth-century Italy: Galvani, Volta and others. In: BEVILACQUA, F.; FREGONECSE, L. (Orgs.) *Nuova Voltiana: Studies on Volta and his times*. Pavia: Università degli studi di Pavia, 2000, p. 101-114.
- BIGG, C. A Visual History of Jean Perrin's Brownian Motion Curves. In: DASTON, L.; LUNBECK, E. (Orgs.) *Histories of Scientific Observation*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2011, p. 156-179.
- BONAUDI, F. Groping in the dark: magnetism and electricity from prehistory to (almost) Maxwell. *Nuclear Physics B-Proceedings Supplements*, v. 33, n. 3, p. 8-20, 1993.
- BOSS, S. L. B; ASSIS, K. T. A.; CALUZZI, J. J. *Stephen Gray e a descoberta dos condutores e isolantes: tradução comentada de seus artigos sobre eletricidade e reprodução de seus principais experimentos*. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012.
- BUTTERFIELD, H. *As origens da ciência moderna*. Portugal: Edições 70, 1949.
- CBO. *Conselho Brasileiro de Oftalmologia*. Disponível em: [www.cbo.com.br](http://www.cbo.com.br). Último acesso em: 21 nov. 2022.

- CHALMERS, A. F. *O que é Ciência Afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1999.
- CLOUGH, M. P. Teaching the nature of science to secondary and post-secondary students: questions rather than tenets. *The Pantaneto Forum*, v. 25, s/n, 2007.
- COLLINGWOOD, R. G. *Ciência e Filosofia: a ideia de natureza*. Lisboa: Editorial Presença, 1986.
- COMTE, A. *Curso de filosofia positiva*. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- COOK, H. J. Histories of Scientific Observation (review). *Bulletin of the History of Medicine*, v. 86, n. 3, p. 468-470, 2012.
- DASTON, L. *Historicidade e Objetividade*. São Paulo: LiberArs, 2017.
- DASTON, L.; LUNBECK, E. Introduction: Observation observed. In: DASTON, L.; LUNBECK, E. (Orgs.) *Histories of Scientific Observation*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2011, p. 1-9.
- DIJKSTERHUIS, E. J. *The mecanization of the world picture*. Oxford: Oxford University Press, 1969.
- DUHEM, P. *A teoria física: seu objeto e sua estrutura*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2014.
- EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia das Ciências na educação científica de nível superior. In: SIVA, C. C. (Org.) *História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências: Da Teoria à Sala de Aula*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. 3-22.
- FERNÁNDEZ, I.; GIL PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Visiones Deformadas de La Ciencia Transmitidas por la Enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, v. 20, n. 3, p. 477-488, 2002.
- FLECK, L. *Gênese e desenvolvimento de um fato científico*. Belo Horizonte: Fabrefactum, 2010.
- FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p27>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.
- GÁRCIA-CARMONA, A.; VÁZQUEZ, Á. A.; MANASSERO, M. A. M. Comprensión de los estudiantes sobre Naturaleza de la Ciencia: análisis del estado atual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, v. 30, n. 1, p. 23-34, 2012. Disponível em: <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/252558>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.
- GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GRANÉS, J. S. *La gramática de una controversia científica: El debate alrededor de la teoria de Newton sobre los colores de la luz*. Colombia: Editorial Unibiblos, 2001.

GRAY, S. A letter to Cromwell Mortiner, M. D. Secr. R. S. Containing Several Experiments concerning Electricity. *Philosophical Transactions*, v. 37, p. 18-44, 1731/2. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1731.0005>>. Último acesso em 9 dez. 2022.

HACKING, I. *Representar e Intervir*: tópicos introdutórios de filosofia da ciência natural. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2012.

HANSON, N. R. *Observación y explicación*: guía de la filosofía de la ciencia. *Patrones de descubrimiento*: investigación de las bases conceptuales de la ciencia. Madrid: Alianza Editorial, 1985.

HANSON, N. R. *Patterns of Discovery*: Na inquiry into the conceptual foundations of Science. Cambridge: University Press, 1958.

HANSON, N. R. Observação e Interpretação. In: MORGENBESSER, S. (Org.) *Filosofia da Ciência*. São Paulo: Editora Cultrix, 1979, p. 127-138.

HEILBRON, J. L. *Electricity in the 17th & 18th Centuries*. Berkeley: University of California Press, 1979.

IGLESIAS, M. El giro hacia la práctica en filosofía de la ciencia: una nueva perspectiva de la actividad experimental. *Opción*, v. 40, n. 20, p. 98-119, 2004. Disponível em: <<https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/6311>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. A concepção observativa-interpretativa de Norwood Hanson, os relativismos de Paul Feyerabend e as imagens: projeções à formação docente e científica. *Educação, Ciência e Cultura*, v. 27, n. 2, p. 1-16, 2022. Disponível em: <<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao/article/view/8023>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

JORGE, L.; PEDUZZI, L. O. Q. A exemplificação da não neutralidade da observação científica por meio dos desenhos lunares retratados no século XVII. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 2, p. 179-200, nov. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2018v11n2p179>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

JAPIASSU, H. *A face oculta da ciência moderna*. Rio de Janeiro: Imago Editora, 2013.

KOYRÉ, A. *Estudos de história do pensamento científico*. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária, 1982.

LEITÃO, H. Tradução, estudo e notas. In: GALILEU, G. *Sidereus Nuncius*: O mensageiro das estrelas. Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

MARICONDA, P. R. Tradução, introdução e notas. In: GALILEU, G. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano*. São Paulo: Editora 34, 2011.

MARTINS, A. F. P. Natureza da ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 32, n. 3, p. 703-737, dez. 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p703>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

- MARTINS, R. A. *Aristóteles e os estudo dos seres vivos*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.
- MASSONI, N. T. *A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física: a questão da mudança epistemológica*. Tese de doutorado em Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
- MATTHEWS, M. R. Changing the focus: from nature of science to features of science. In: KHINE, M. S. (Org.) *Advances in nature of science research*. Dordrecht: Springer, 2012.
- MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084/6555>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.
- McCOMAS, W. F. The principal elements of the nature of science: dispelling the myths. Adapted from the chapter. In: McCOMAS, W. F. (Org) *The nature of science in science education*. New York: Kluwer Academic Publishers, 2002, p. 53-70.
- MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 10, n. 2, p. 108-117, 1993. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7275>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.
- MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014. Disponível em: <<https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/237>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.
- NEWTON, I. A letter of Mr. Isaac Newton, professor of the Mathematicks in the University of Cambridge; containing his new theory about light and colours; sent by the author to the publisher from Cambridge, Febr. 6. 1671/72; in order to be communicated to the R. Society. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 6, n. 80, p. 3075-3087, 1672. Disponível em: <<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstl.1671.0072>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.
- OLIVA, A. A hegemonia da concepção empirista de ciência a partir do *Novum Organon* de F. Bacon. In: OLIVA, A. (Org.) *Epistemologia: a cientificidade em questão*. Campinas, SP: Papirus, 1990, p. 11-33.
- OLIVA, A. Quanto mais teorias, melhor para a ciência? *Ciência Hoje*, v. 17, n. 99, p. 14-17, 1994.
- PARK, K. Observation in the Margins, 500–1500. In: DASTON, L.; LUNBECK, E. (Orgs.) *Histories of Scientific Observation*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2011, p. 15-44.
- PECCI, M. G. *Visões deformadas de professores e futuros professores sobre a natureza da ciência: uma revisão da bibliografia atual*. Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Física – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2021.
- PEDUZZI, L. O. Q. *Da física e da cosmologia de Descartes à gravitação newtoniana*. Publicação interna. Florianópolis: Departamento de Física, Universidade Federal de Santa

Catarina, 2015b. Disponível em: <[www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br](http://www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br)>. Último acesso em 09 dez. 2022.

PEDUZZI, L. O. Q. *Do âmbar e da pedra de Héracles à descoberta de Oersted*. Publicação interna. Florianópolis: Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <[www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br](http://www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br)>. Último acesso em 09 dez. 2022.

PEDUZZI, L. O. Q. *Evolução dos Conceitos da Física*. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2011. Disponível em: <[www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br](http://www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br)>. Último acesso em 09 dez. 2022.

PEDUZZI, L. O. Q. Física aristotélica: por que não considerá-la no ensino da mecânica? *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 13, n. 1, p.48-63, 1996. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7078>>. Último acesso: 9 dez. 2022.

PEDUZZI, L. O. Q. *Força e movimento: de Thales a Galileu*. Publicação interna. Florianópolis: Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015a. Disponível em: <[www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br](http://www.evolucaodosconceitosdafisica.ufsc.br)>. Último acesso em 09 dez. 2022.

PEDUZZI, L. O. Q.; RAICIK, A. C. Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 2, p. 19-55, ago. 2020. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1606/0>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

PERA, M. *The ambiguous frog*. New Jersey: Princeton University Press, 1992.

PERRIN, J. Mouvement Brownien et Réalité Moléculaire. *Ann. De Chim. Et de Phys.: tome XVIII*. Paris: GAUTHIER-VILLARS, 1909.

PESSOA JR. O. *Conciliando a neutralidade e a carga teórica das observações*, p. 143-148, 2015. Disponível em: <<https://opessoa.fflch.usp.br/sites/opessoa.fflch.usp.br/files/AFHIC-Observacao-scan.pdf>>. Último acesso em: 09 dez. 2022.

PESSOA JR., O. Uma teoria causal-pluralista da observação. In: DUTRA, L. H. A.; LUIZ, A. M. (Orgs.) *Temas de filosofia do conhecimento*. Florianópolis: NEL/UFSC, 2011, p. 368–381.

POMATA, G. Observation Rising: Birth of an Epistemic Genre, 1500–1650. In: DASTON, L.; LUNBECK, E. (Orgs) *Histories of Scientific Observation*. Chicago and London: The University of Chicago Press, 2011, p. 45-80.

POPPER, K. R. *O mundo de Parmênides*. São Paulo: Unesp, 2014.

PRAIA, J. F.; CACHAPUZ, A. F. C.; GIL-PÉREZ, D. Problema, teoria e observação em ciência: Para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 1, p. 127-145, 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/i/2002.v8n1/>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

RAICIK, A. C. *Experimentos exploratórios e experimentos cruciais no âmbito de uma controvérsia científica: o caso de Galvani e Volta e suas implicações para o ensino*. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

RAICIK, A. C. Galvani, Volta e os experimentos cruciais: a emblemática controvérsia da eletricidade animal. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 1, p. 358-383, 2020a. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1620>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

RAICIK, A. C. Nos embalos da HFC: discussões sobre a experimentação e aspectos relativos à NDC em UEPS. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 2, p. 164-197, 2020b. Disponível em: <<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/719>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

RAICIK, A. C. O término de uma controvérsia não resolvida: a enigmática querela entre Galvani, Volta e um sapo a(ini)migo. *Revista Thema*, v. 19, n. 3, p. 471-488, 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/1504>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Um resgate Histórico e Filosófico dos estudos de Charles Du Fay. *Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 1, p. 105-125, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/33789>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. Da instantia crucis ao experimento crucial: diferentes perspectivas na filosofia e na ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 3, p. 192-206, dez. 2017. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/775>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O.; ANGOTTI, J. A. P. Experimentos exploratórios e experientia literata: (re) pensando a experimentação. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 1, 2018. Disponível em: <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/866>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

RAICIK, A.C.; PEDUZZI, L. O. Q. Um resgate histórico e filosófico dos estudos de Stephen Gray. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 16, n. 1, p. 109-128, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4339>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

RESTON, J. *Galileu, uma vida*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1995.

RONCHI, V. *Optics, the Science of vision*. New York: University Press, 1957.

SHAPER, D. The Concept of Observation in Science and Philosophy. *Philosophy of Science*, v. 49, n. 4, p. 485-525, dec.1982.

SHAPIN, S. *Nunca Pura*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013.

SHUPLYAK, O. *Galeria online*, 2019. Disponível em: <<https://shupliak.art>>. Último acesso em 09 dez. 2022.

SILVA, C. C.; MARTINS, R. A. A Nova teoria sobre luz e cores de Isaac Newton: uma tradução comentada. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 18, p. 313- 27, 1996.

SILVA, M. F. S. Introdução. In: ARISTÓTELES, *História dos animais*. Livros I-VI. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 2006.

SILVEIRA, F. L.; OSTERMANN, F. A insustentabilidade da proposta indutivista de “descobrir a lei a partir de resultados experimentais”. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. especial, p. 7-27, 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10052>>. Último acesso em: 9 dez. 2022.

SOBIECZIAK, S. *História da Física e Natureza da Ciência em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas*. Dissertação de Mestrado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

TATON, R. *Casualidade e acidentalidade das descobertas científicas*. São Paulo: HEMUS Editora Ltda, 1955.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE, O. Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de física. In: PEDUZZI, L. O. Q.; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Orgs.) *Temas de história e filosofia da ciência no ensino*. Natal: EDUFRN, 2012, p. 9-40.

ZATERKA, L. *A filosofia experimental na Inglaterra do século XVII: Francis Bacon e Robert Boyle*. São Paulo: Fapesp, 2004.

## **SOBRE OS AUTORES**

**ANABEL C. RAICIK.** Doutora (2019) e mestre (2015) em Educação Científica e Tecnológica e licenciada em Física (2012) pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Subcoordenadora do *Apeiron* - Grupo de História, Filosofia e Ensino de Ciências e membro colaboradora do Grupo de Estudos em Educação e Divulgação Científicas (GE<sup>2</sup>DIC).

**LUIZ O. Q. PEDUZZI.** Bacharel (1973) e mestre (1980) em física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e doutor (1998) em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor titular (aposentado) do Departamento de Física da UFSC. Até 2015, e desde a sua fundação, foi um dos editores do *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Coordenador do *Apeiron* – Grupo de História, Filosofia e Ensino de Ciências. Orienta teses e dissertações no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC.

Recebido: 21 de março de 2022.

Revisado: 23 de novembro de 2022.

Aceito: 07 de dezembro de 2022.