



ALEXANDRIA

# ALEXANDRIA

Revista de Educação em Ciência e Tecnologia

## A Escolha Teórica em Controvérsias Científicas: Valores e seus Juízos à luz de Concepções Kuhnianas

*Theoretical Choice in Scientific Controversies: Values and Their Judgments in the Light of Kuhnian Conceptions*

Anabel Cardoso Raicik<sup>a</sup>; José André Peres Angotti<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Metodologia de Ensino, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil – anabelraicik@gmail.com, zeangotti@gmail.com

### Palavras-chave:

Controvérsias científicas.  
Kuhn. McMullin.  
Escolha teórica. Ensino de ciências.

**Resumo:** O estudo de controvérsias científicas é um tema complexo por suas peculiaridades contextuais. Filósofos, sociólogos, historiadores da ciência e pesquisadores em ensino de ciências têm mostrado que a sua análise pode apresentar perspectivas diversas que abrangem tanto a apreciação de sua gênese e progresso como ponderações acerca de seu término. Nesse sentido, o presente artigo discute concepções de Kuhn sobre valores na escolha teórica que podem contribuir para o entendimento do processo de término de debates calorosos na ciência. Além disso, tratando-se de um artigo teórico, aborda uma classificação de McMullin envolvendo resolução, encerramento e abandono de controvérsias na ciência. Com efeito, apresenta implicações para o ensino de ciências visando, sobretudo, romper com a visão limitada de que exclusivamente por meio de experimentações as querelas são resolvidas.

### Keywords:

Scientific controversies.  
Kuhn. McMullin.  
Theoretical choice.  
Science teaching.

**Abstract:** The study of scientific controversies is a complex theme because of its contextual peculiarities. Philosophers, sociologists, historians of science, and researchers in science have shown that their analysis can present diverse perspectives that encompass the appreciation of their genesis and progress as well as considerations about its end. In this sense, the present article discusses Kuhn's conceptions of values in the theoretical choice that can contribute to the understanding of the termination process of warm debates in science. Moreover, in the case of a theoretical article approaches to McMullin's classification involving resolution, closure and abandonment of controversies in Science. Indeed, it introduces implications for the teaching of sciences aimed, above all, to break with the limited view that disputes are resolved through experiments.



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

## Introdução

A análise de controvérsias científicas por filósofos, sociólogos, historiadores da ciência, e também por pesquisadores em ensino de ciências, apresenta distintas perspectivas que envolvem tanto a apreciação da sua gênese e de seu progresso quanto considerações sobre o decurso de sua finalização (MACHAMER et al., 2000; ENGELHARDT; CAPLAN, 2003; BARROTTA; DASCAL, 2005; REIS, 2009; GOODWIN, 2013; LIMA, 2014; BULLA, 2016; RAICIK et al., 2018).

Por toda peculiaridade contextual que cada controvérsia científica (ou classes dela) pode envolver, seu estudo torna-se matéria complexa. O processo pelo qual as controvérsias passam até terminarem aponta um caminho híbrido, principalmente porque na escolha de teorias<sup>1</sup> os membros de uma comunidade científica compartilham, em geral, de um conjunto de valores, como precisão, consistência, simplicidade, fecundidade e abrangência, que evidenciam boas razões para a tomada de decisão, conforme argumenta o físico, historiador e filósofo da ciência Thomas Kuhn (2011). Esses valores, ou características, sem serem prescritivos, orientam a escolha teórica e aparecem não por serem mais “abrangentes, mas porque são individualmente importantes e, do ponto de vista coletivo, suficientemente variados para indicar o que está em questão” (KUHN, 2011, p. 340-341).

Na perspectiva do positivismo lógico, por exemplo, o que Kuhn admite serem valores passíveis de juízos e suscetíveis a mudanças em contexto histórico, eram vistos tão somente como regras, ou critérios, para a escolha teórica. Essas regras eram engessadas de forma que elementos, sobretudo aqueles considerados extrínsecos à atividade científica, revelavam-se falhos e descomprometidos com aspectos lógicos. Portanto, deveriam ser banidos da reconstrução racional do conhecimento, a fim de se salvar a objetividade na ciência (CORDEIRO, 2016).

Kuhn foi, e ainda é, severamente acusado de traçar uma imagem não racional do debate científico e ‘glorificar’ a subjetividade. No posfácio de sua obra máxima, a *Estrutura das Revoluções Científicas*, ao procurar esclarecer certos conceitos da sua análise sobre a ciência, Kuhn explicita o que se deve entender por paradigma. Entre os elementos que constituem o que ele designa posteriormente por matriz disciplinar<sup>2</sup>, encontram-se os valores. Ele afirma que a característica sub e intersubjetiva atribuídas aos valores partilhados, contrapondo-os às regras normativas, “apareceu como a maior fraqueza de minha posição” (KUHN, 1998, p. 230).

<sup>1</sup> O termo teoria é utilizado neste artigo, por vezes, como sinônimo de hipótese, assim como ocorre com frequência nas obras aqui citadas.

<sup>2</sup> A matriz disciplinar refere-se a um conjunto de compromissos de pesquisa de uma comunidade científica, que engloba generalizações simbólicas, modelos, valores e exemplares (KUHN, 1998).

Em *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento* – livro organizado por Imre Lakatos e Alan Musgrave e fruto de um simpósio presidido por Karl Popper e realizado por ocasião de um colóquio internacional em Londres, em 1965, acerca da *Estrutura* – Kuhn já tratava de questões levantadas por seus críticos. “Pretendo eliminar os mal-entendidos”, afirma, “pelos quais meu próprio passado retórico é, sem dúvida, parcialmente responsável” (KUHN, 1979, p. 320). No que se refere especificamente às acusações de irracionalidade, ele declara: “não entendia antes e não entendo agora o que meus críticos querem dizer quando empregam termos como “irracional” e “irracionalidade” (KUHN, 1979, p. 325). Por certo, a ideia kuhniana contesta a imaginária suposição da filosofia tradicional de que a escolha entre teorias pode se dar por técnicas ou regras semanticamente neutras.

Apesar das críticas recebidas, inclusive por epistemólogos como Popper, Feyerabend, Lakatos, Toulmin, as contribuições kuhnianas, junto desses e de outros notórios, ‘revolucionaram’ o modo de se buscar compreender a ciência em meados do século XX. O reconhecimento de que a ciência é influenciada por aspectos sociais, culturais, históricos, subjetivos, suscetíveis a mudanças, permeada por diversas concepções metodológicas, e persuadida por valores, fez emergir novos olhares para as controvérsias e os seus desfechos. A consideração de que os contextos da descoberta e da justificativa (DJ) são indissociáveis, contribui nesse sentido (RAICIK; PEDUZZI, 2015). Quando se explicita o processo científico, não se verifica uma metodologia universal; percebe-se que a ciência é muito mais do que um produto, fruto de uma reconstrução lógica, como aparece, normalmente, nos manuais didáticos e em relatos dos próprios cientistas.

Nesse sentido, Kuhn (2011) aponta que os argumentos ditos ‘lógicos’ ou ‘justificáveis’ não podem ser considerados mais relevantes e incomparáveis aos condicionamentos psicológicos e sociológicos, declarados como pertencentes ao contexto da descoberta – que são tão importantes e constituintes da atividade científica quanto os primeiros. É, deveras, um conjunto de valores existentes na ciência, epistêmicos ou não, que fornece a base partilhada para a escolha de teorias.

A ideia mais comum, propagada não apenas no âmbito do ensino de ciências, mas difundida no campo da filosofia da ciência quando da presença forte do empirismo lógico, relaciona a resolução de controvérsias diretamente aos fatos científicos; o componente empírico assume, desse ponto de vista, um papel fulcral (ENGELHARDT; CAPLAN, 2003). Qualquer possível controvérsia deveria ser solucionada pela experimentação<sup>3</sup>, evidência e exercício da razão. A essência desse entendimento estava na noção de que um método dispensaria qualquer necessidade de “discussões calorosas” (MACHAMER et al., 2000).

---

<sup>3</sup> Neste artigo, sem maior diligência, os termos experiência e experimentação são utilizados como sinônimos.

Especificamente no imaginário da educação, não raro, as controvérsias se encerram na presença de um experimento crucial que, *per si*, de forma incontestável e imediata, torna passível a escolha entre teorias ou hipóteses distintas (HODSON, 1988).

Os experimentos, embora importantes em muitos contextos de pesquisa, são apenas um dentre distintos elementos que fazem parte de debates na ciência e, conseqüentemente, que podem ter um peso considerável na escolha teórica. Aliás, em muitas controvérsias, como nas argumentativas<sup>4</sup>, a querela se dá em termos essencialmente teóricos; o componente empírico não está no centro da disputa. Nesses casos, e não apenas neles, outros valores entram em questão e ajudam a propiciar a propensão da comunidade ou indivíduo a uma determinada teoria ou hipótese. Inegavelmente, ademais, os fatos<sup>5</sup> ou as experiências que dão origem às afirmações deles ou sobre eles envolvem juízos de valor; conseqüentemente, aspectos cognitivos, sociais, sub e intersubjetivos.

Embora Kuhn não tenha se debruçado, especificamente, sobre controvérsias científicas, ele exemplifica sucintamente alguns desacordos na ciência e apresenta uma discussão proffica e precursora sobre os valores na escolha teórica. Nesse sentido, este artigo pretende apresentar concepções kuhnianas que podem ajudar a esclarecer de que forma os estudiosos são levados a tomada de decisões e, por conseqüência, permitir uma melhor compreensão do processo de término de debates calorosos em uma ciência não idealizada e imparcial, mas histórica, social, humana. Tratando-se de um estudo teórico, discorre ainda sobre uma classificação do físico e filósofo da ciência Ernan McMullin envolvendo resolução, encerramento e abandono de controvérsias na ciência. Visa-se tonar mais claro e compreensível como as controvérsias podem terminar, visto que essa ainda é uma questão em debate em estudos filosóficos. Com efeito, essas colocações permitem desmistificar a ideia, ainda bastante presente na educação científica, de que debates são resolvidos única e exclusivamente por experimentação. Por fim, busca-se discorrer sobre as implicações dessas discussões para o ensino de ciências.

### **Controvérsias na ciência: o dilema de um árbitro imparcial**

A ciência é genuinamente controversa. Ao longo de sua história ela evidenciou numerosas querelas, de maior ou de menor importância, que, de uma forma ou de outra, contribuíram para o seu desenvolvimento. Em termos gerais, sem grande diligência, pode-se dizer que uma controvérsia científica ocorre quando partes significativas da comunidade

<sup>4</sup> Essas controvérsias não se pautam em termos empíricos; o foco não está em um novo fenômeno. Neste sentido, elas comportam, de maneira mais notável, elementos retóricos, subjetividades, um espectro de valores internos e externos à ciência (RAICIK et al., 2018).

<sup>5</sup> Fato entendido como uma construção que apresenta uma gênese e um desenvolvimento, e não pura e simplesmente fato *per si*.

científica atribuem algum mérito a ambos os lados envolvidos em uma disputa (BALTAS, 2000; McMULLIN, 2003; ENGELHARDT; CAPLAN, 2003). Mas até quando isso ocorre?

A escolha teórica entre paradigmas, ou em período pré-paradigmático, não se processa alicerçada em regras ou critérios isentos de julgamento; não pode haver uma solução puramente normativa. “Não existe um critério racional primordial, nenhum padrão neutro, a partir do qual as teorias rivais podem ser avaliadas e ponderadas uma em relação à outra” (BRANTE; ELZINGA, 1990, p. 40). Até mesmo as experiências, tão distintas por tanto tempo na ciência, envolvem técnicas de observação, instrumentação, interpretação e não podem atuar como um árbitro imparcial na escolha teórica.

Além disso, cada controvérsia, ou classes delas, apresenta peculiaridades que não torna passível o estabelecimento de um critério universal, ou preceitos tão somente, capaz de propiciar o seu término. Raicik et al. (2018), por exemplo, à luz de concepções kuhnianas, propõem e exemplificam três tipos de controvérsias científicas – analíticas, resistivas e argumentativas – que ocorrem na ciência tanto em períodos onde existe uma efervescência teórica quanto naqueles em que há um corpo teórico hegemônico. Essas classes explicitam que a dinâmica e os fatores envolvidos em cada um dos desacordos dependem das suas particularidades contextuais.

Em períodos pré-paradigmáticos, no qual há escolas competindo por um conhecimento ‘consensual’, e o componente empírico está no cerne do desacordo, a controvérsia pode ser do tipo *analítica*. Nesses casos, o seu desenrolar torna-se intrincado a ponto de não permitir que a explicação empírica seja suficiente, por si mesmo, para resolver a questão. O emergir de um paradigma científico é uma das maiores contribuições deste tipo de controvérsia. Nesse sentido, um conjunto de compromissos de pesquisa, que pode ser expresso na forma de generalizações simbólicas, modelos, valores, exemplares, resulta da querela e mostra que o seu término não envolve, necessariamente, puros resultados experimentais.

Diversos episódios históricos evidenciam que, muitas vezes, há controvérsias *resistivas*, isto é, aquelas relacionadas a um fenômeno novo que contraria expectativas do paradigma aceito pela comunidade científica. Nesse sentido, parte substancial da comunidade questiona ou fica incrédula quanto ao fenômeno recentemente ‘descoberto’. Esse tipo de desacordo pode revelar, tal como nas controvérsias analíticas, “que a ideia de um experimento crucial, que permite per si dirimir debates e decidir entre teorias ou hipóteses distintas, é um mito” (PEDUZZI; RAICIK, 2017, p. 36).

A disputa interparadigmática, em controvérsias *argumentativas* que não se pautam em termos empíricos, mas são essencialmente teóricas, evidencia outra característica peculiar dos debates na ciência. Valores internos e externos, elementos retóricos, subjetividades, que também podem ser vistas nas classificações anteriores, ficam mais proeminentes nesse tipo de

controvérsia. O difícil diálogo existente nos grupos pertencentes a paradigmas distintos demanda um processo de comunicação, ou ‘tradução’, que requer a comparação valorada entre as teorias. Por não envolver, em seu âmago, o componente empírico, esses episódios históricos tornam ainda mais clara a ideia de que um experimento, ou resultados experimentais, que em princípio seriam isentos de juízos de valor, não pode resolver sempre as querelas científicas.

Com efeito, como Kuhn argumenta, as decisões fundamentais dos estudiosos são justificadas no sentido das suas escolhas de acordo com valores específicos desses sujeitos ou da comunidade em que pertencem.

Duas pessoas profundamente compromissadas com os mesmos valores podem ainda assim, em situações particulares, fazer escolhas diferentes, como de fato o fazem. Mas a diferença de resultado não deve sugerir que os valores compartilhados pelos cientistas sejam menos do que criticamente importantes para suas decisões ou para o desenvolvimento da atividade da qual participam (KUHN, 2011, p. 350).

Os valores e seus juízos, por certo, atuam de forma distinta, de modo que influenciam as tomadas de decisões científicas, como enfatiza Kuhn, e assim os rumos que a ciência pode seguir em seus mais calorosos momentos.

### **A relação entre ciência e valores: uma perspectiva kuhniana de escolha teórica na ciência**

No âmbito da distinção entre o contexto da descoberta e o contexto da justificativa, explicitada pelo filósofo, físico e matemático Hans Reichenbach na década de 1930, a filosofia da ciência, de caráter normativo, era autônoma em relação às disciplinas empíricas, ou seja, consideradas factuais como a história da ciência, a sociologia, a psicologia. Para ele, e os defensores dessa dicotomia, a maneira pela qual o conhecimento se desenvolve, e isto inclui a influência de aspectos subjetivos, não pode ser passível de análises filosóficas, ficando restrita ao contexto da descoberta. A filosofia, longe de considerar os processos reais, deve se preocupar somente com a reconstrução lógica da prática científica, isenta de valores idiossincráticos, sociais, intersubjetivos. Nesse sentido, Kuhn (2011) salienta que filósofos que defendem a distinção DJ estão, na realidade, buscando um ideal não de todo atingível.

De acordo com Reichenbach (1953), o contexto da descoberta não carece de uma apreciação epistemológica, pois não possui regras que tornariam possível o desenvolvimento de “uma máquina descobridora que assumiria a função criadora do gênio” (p. 211). No entanto, ele reconhece que nesse contexto seja possível haver aspectos normativos (BAGCE, 2011). O que ele ignora, pura e simplesmente, é a relevância desses aspectos para o contexto da justificação (SIEGEL, 1980); eles são desprezíveis para a objetividade da ciência.

Exasperado, Kuhn se questiona por que elementos que fazem parte da ciência e são relegados ao contexto da descoberta representam, para os filósofos tradicionais, apenas um “sinal da fraqueza humana, e não da natureza do conhecimento científico?” (KUHN, 2011, p. 345). Ao que parece uma resposta, ele argumenta que, além de se preocupar com a reconstrução da ciência, também está interessado em compreender a ciência, analisar as razões de sua eficácia, entender o estatuto cognitivo de suas teorias. Porém, como frisa, passou a olhar a ciência como historiador, tendo reconhecido que no decorrer do processo científico existem distintos elementos que infringem persistentemente os cânones metodológicos tradicionais. Sua nova concepção de ciência, traçada historicamente, o teria levado, “supostamente, a romper com a clássica dicotomia entre os fatores axiológicos<sup>6</sup> do contexto da descoberta e as razões epistemológicas do contexto da justificação” (MENDONÇA; VIDEIRA, 2013, p. 189).

Com efeito, Kuhn não eliminou aspectos normativos em defesa de uma abordagem meramente descritiva da ciência em sua filosofia, mas procurou romper com o idealismo de que a racionalidade está associada apenas à normatividade, aos processos lógicos e a algoritmos devidamente justificáveis (RAICIK; PEDUZZI, 2015). É nesse sentido que ele é acusado de envolver, na escolha de teorias, elementos considerados “irracionais” (ECHEVERRIA, 1995).

A fim de contestar algumas das diversas críticas recebidas, principalmente àquelas que se refere a irracionalidade e a importância dada à subjetividade na ciência, Kuhn apresenta o artigo *Objetividade, juízo de valor e escolha teórica* (KUHN, 2011). Nele, o filósofo defende com obstinação que cada escolha teórica feita por estudiosos depende, além de critérios compartilhados, de fatores idiossincráticos que possuem, igualmente, relevância filosófica. As características que dependem de cada sujeito não comprometem, segundo ele, “sua adesão aos cânones que tornam a ciência científica” (p. 344).

As colocações kuhnianas influenciaram proficuamente o desenvolvimento de outras teses axiológicas no âmbito da filosofia da ciência, como as de Ernan McMullin, Larry Laudan, Helen Longino, Hugh Lacey (BATISTA; LUCAS, 2013; CORDEIRO, 2016). Ainda que a concepção de Kuhn seja “cheia de nuances, que para muitos desafiam a propalada objetividade da ciência quando se exterioriza a subjetividade inerente a qualquer decisão” (PEDUZZI; RAICIK, 2017, p. 26), ele pode ser considerado um dos pioneiros no estudo da relação entre ciência e valores e no reconhecimento dos juízos de valor para a desconstrução da suposta reconstrução racional científica. Por certo, ele afirma que “nenhum processo

---

<sup>6</sup> A axiologia se refere ao estudo de valores, isto é, “uma reflexão filosófica sobre os valores, sua natureza, características, estrutura, conhecimento e teorias” (PEDRO, 2014, p. 488).

essencial ao desenvolvimento científico pode ser rotulado de ‘irracional’ sem que se cometa enorme violência ao sentido do termo” (KUHN, 2006, p. 160).

### **Valores, nem sempre suficientes, para a escolha de uma boa teoria**

Efetivamente, os modos pelos quais estudiosos são levados a abandonar teorias, ou paradigmas, em favor de outros, podem envolver um conjunto de valores epistêmicos que evidenciam razões apropriadas para a tomada de decisão. Kuhn explicita cinco deles: precisão, consistência, simplicidade, fecundidade e abrangência. Esses critérios já eram tomados como regras lógicas pela epistemologia tradicional (positivista), mas na perspectiva kuhniana passam a ser considerados valores, por isso nem sempre conduzem à resolução de um desacordo. O filósofo adverte que “tomados um a um, tais critérios são imprecisos: indivíduos podem discordar legitimamente sobre suas aplicações em casos concretos. Além disso, quando postos em conjunto, mostram-se em constante conflito uns com os outros” (KUHN, 2011, p. 341).

A precisão refere-se à clara concordância das teorias com as experimentações e observações. Esta concordância não diz respeito apenas à sua essência quantitativa, mas também à sua natureza qualitativa. Embora o critério da precisão possa ser considerado aquele que mais se aproxima de um critério decisório, como Kuhn frisa, nem toda teoria na ciência pode ser discriminada (de modo que leve sempre a uma escolha inequívoca) em termos de sua exatidão. Como exemplo, ele destaca que se Kepler não tivesse levado em consideração outros valores, que não apenas a precisão, para revisar drasticamente o sistema copernicano, a teoria de Copérnico poderia ter sido esquecida. Até então, o sistema copernicano não era mais exato que o de Ptolomeu. Desta forma, “por mais importante que seja, a precisão por si mesma raramente, ou nunca, é um critério suficiente para a escolha de teorias” (KUHN, 2011, p. 342).

Uma teoria possui consistência quando dispõe de coerência interna, ou seja, é autoconsistente, e de coerência externa, isto é, está em consonância com outras teorias correntes e afins. No caso envolvendo Ptolomeu e Copérnico, ambas as teorias possuíam coerência interna, contudo apenas a primeira estava em conformidade com o paradigma vigente. O sistema ptolomaico era perfeitamente consistente com a filosofia aristotélica, que primava por uma Terra imóvel e central. A astronomia copernicana, por sua vez, revelava um rompimento com a evidência dos sentidos e com o dogma aristotélico. Aqui, fica claro que os valores nem sempre são ou podem ser tomados isoladamente. Como sublinha Kuhn, o critério da consistência, por si só, neste caso, fala de maneira inequívoca a favor da tradição geocêntrica.



Quando uma determinada teoria consegue organizar fenômenos que, em sua inexistência, ficariam individualmente isolados e coletivamente confusos, ela possui simplicidade. No exemplo supracitado, os dados observacionais no sistema ptolomaico eram compatíveis, ao menos em proporções iguais, ao copernicano. Todavia, como Kuhn chama a atenção, o movimento “retrógrado” de um planeta, por exemplo, era explicado no sistema copernicano pelas diferentes velocidades orbitais, enquanto o sistema ptolomaico o justificava através do epiciclo-deferente, ou do equante<sup>7</sup>. Nesse sentido, a teoria copernicana era mais simples. Isto foi de fundamental importância “para as escolhas feitas tanto por Kepler quanto por Galileu e, por isso, essencial para o triunfo final do copernicanismo” (KUHN, 2011, p. 343).

A fecundidade está associada à sua competência em encontrar novos achados de pesquisa, propiciar novos fenômenos, permitir que a relação de fenômenos antes ignorados seja clarificada ou compreendida. Por certo, para Kuhn, a fecundidade é um dos valores primordiais para as decisões científicas, justamente porque diante da escolha teórica os estudiosos preocupam-se, inclusive, com o impacto que suas decisões poderão ter em suas carreiras. Já a abrangência de uma teoria está relacionada à sua capacidade de extrapolar as observações, leis e subteorias particulares pelo qual foi formulada.

Kuhn (2011) admite que toda escolha teórica pode envolver fatores objetivos e subjetivos ou critérios compartilhados e individuais que possuem demasiada relevância filosófica e não podem, com a condição de se analisar a ciência tal como ela se desenvolve, ser relegados somente ao contexto da descoberta. Sendo um expoente significativo contra a distinção DJ, alega que “aquilo que a tradição considera imperfeições elimináveis em suas regras de escolha, eu considero respostas parciais à natureza essencial da ciência” (p. 349). Valores como precisão, consistência, simplicidade, fecundidade e abrangência:

[...] podem se mostrar ambíguos em sua aplicação individual ou coletiva [...]. Mas especificam muitíssimo o que cada cientista deve considerar para chegar a uma decisão, o que pode ou não considerar relevante e o que se pode legitimamente exigir que ele exponha como base da escolha que fez [...]. Reconhecer que os critérios de escolha podem funcionar como valores [...], explica em detalhes aspectos do comportamento científico que a tradição considerou anômalos ou mesmo irracionais (KUHN, 2011, p. 350-551).

Os fatores individuais, que possuem distintas naturezas, desempenham papel tão relevante na justificativa de teorias quanto nas condições fatuais de descoberta (HOYNINGEN-HUENE, 1993). Nesse sentido, os juízos de valor possuem função significativa, mas não necessariamente definitiva, nas decisões científicas, como norteadores ou mediadores de escolhas teóricas (CORDEIRO, 2016).

<sup>7</sup> Deve-se ressaltar que Copérnico, além de não fazer uso, rejeitava o equante.

## O desfecho de controvérsias na ciência: a visão de McMullin

McMullin revê a lista de valores explicitada por Kuhn, por isso, nesse sentido, eles abrigam muitas semelhanças. Conquanto, há disparidade nas terminologias utilizadas e nas definições das características especificadas.

Poder unificador e alcance, apesar de similares, não têm, a rigor, a mesma definição. Kuhn entende por alcance [abrangência] a característica de uma teoria ‘estender-se muito para além das observações, leis ou subteorias particulares para as quais ela estava projetada em princípio’, enquanto McMullin interpreta o valor do poder unificador como ‘a habilidade de congregar áreas de pesquisa antes distintas’ [...]. Outras diferenças se apresentam na classificação diferenciada de McMullin à fertilidade (ou fecundidade), e na sua resistência em relação ao valor da simplicidade. Fertilidade, para ele, é um valor de natureza mais complexa, pois nem sempre pode ser avaliado nos primeiros momentos de escolha teórica [...]. O caso da simplicidade é definitivamente mais complicado. Na lista de Kuhn, está em pé de igualdade com os outros, não lhe sendo atribuída qualquer restrição pelo filósofo. McMullin, no entanto, é muito mais cauteloso (CORDEIRO, 2016, p. 47).

Enquanto Kuhn discorre sobre os valores (juízos de valor) e sua relevância na escolha teórica, McMullin aponta, inclusive, como eles se relacionam especificamente na terminação de controvérsias científicas. Para ele, os valores epistêmicos e não epistêmicos – os primeiros em que o conhecimento científico é baseado e, portanto, internos à própria compreensão da ciência e os segundos, externos ao empreendimento científico –, possuem papéis distintos em controvérsias científicas (ENGELHARDT; CAPLAN, 2003).

Em *Scientific controversy and its termination* (McMULLIN, 2003), McMullin apresenta considerações profícuas à compreensão de controvérsias na ciência. Além de discutir o que se pode entender por controvérsias, a influência de aspectos epistêmicos e não epistêmicos em seu desenrolar e exibir uma taxonomia à luz da distinção de controvérsias de fatos, de teorias, de princípios e mistas (controvérsias que envolvem a ciência e uma questão de princípio moral ou político), o filósofo apresenta considerações acerca de suas terminações. A partir de sua classificação, o término de controvérsias pode ocorrer de três formas: por *resolução* (*resolution*), *encerramento* (*closure*) ou *abandono* (*abandonment*).

Uma controvérsia científica pode ser considerada *resolvida* quando um acordo sobre o caso em questão é alcançado em termos daquilo que os participantes envolvidos consideram ser fatores epistêmicos padrões. Nesse caso, são os próprios participantes e a comunidade científica naquele contexto que determinam se a resolução, de fato, ocorreu. Embora uma reconstrução histórica posterior possa evidenciar que a controvérsia tenha sido resolvida não necessariamente apenas por valores epistêmicos, naquele momento histórico os juízes do debate reconhecem os valores envolvidos apenas como epistêmicos. Isto é, em retrospectiva, alguns críticos podem admitir que determinados valores não deveriam ter recebido pesos decisórios. Não obstante, como McMullin salienta, a resolução não implica em completa convicção de verdade ou garantia de que a visão da comunidade e dos envolvidos seja

absolutamente definitiva. Tão somente que a força dos contra-argumentos, de uma maneira ou de outra, é eliminada ou pelo menos suficientemente diminuída pelo reconhecimento de valores epistêmicos. “‘Aceitação’ neste contexto (como na ciência em geral) é, naturalmente, provisória” (McMULLIN, 2003, p. 78).

Os critérios para avaliação teórica não são automáticos, nem claros em seu funcionamento. Também não existe um acordo completo sobre como eles devem ser definidos nem sobre o peso relativo que lhes devem ser atribuídos. Não há lógica, portanto, que permita em todos os casos decidir sobre os méritos de uma controvérsia de teoria. É, em geral, somente quando uma das teorias rivais acumula um registro significativamente melhor ao longo do tempo que a resolução se torna possível. Enquanto isso, os fatores não-epistêmicos podem desempenhar um papel importante, às vezes até decisivos (McMULLIN, 2003, p. 67).

A controvérsia entre Lord Kelvin (William Thomson) e Charles Darwin sobre a doutrina do uniformitarismo, comentada por Bulla e Meghioratti (2016), evidencia um debate resolvido, propriamente, por fatores epistêmicos. Darwin desenvolveu sua teoria da seleção natural influenciado por esta doutrina – no qual argumenta que a Terra possui uma idade geológica muito antiga. Kelvin, no entanto, a partir de cálculos de dissipação do calor do interior da Terra, argumenta ter refutado essa ideia e atribui a ela uma idade muito menor. Darwin “considerava os cálculos de Kelvin da idade da Terra uma grave objeção a sua teoria” (BULLA; MEGLHIORATTI, 2016, p. 2). Por certo, novas evidências trazidas pela radioatividade fizeram Kelvin admitir que sua concepção era improcedente. Desta forma, foram fatores epistêmicos, sobretudo com a descoberta do rádio e a conclusão de que os seus sais liberam constantemente calor, que resolveram a querela.

O *encerramento* de uma controvérsia envolve fatores não epistêmicos que, a princípio, podem ser considerados irrelevantes, mas se mostram essenciais para o término de determinadas controvérsias. A autoridade de estado, o orgulho, a ambição, a indolência de um estudioso, ou mesmo a retirada de publicações, passam a ser fatores decisivos no debate. Não obstante, término aqui não é sinônimo de resolução – que neste caso nem sempre é alcançada. “Quando uma controvérsia termina com o encerramento, o desacordo original ainda persiste em certa medida” (McMULLIN, 2003, p. 79).

Com efeito, como o encerramento de uma controvérsia demanda, sobretudo, o emprego de uma autoridade externa para essa declaração, e a comunidade desconhece propriamente os fatos envolvidos para isso, pode parecer que a querela tenha sido, de fato, resolvida. Mas esta é apenas uma falsa impressão. No âmago da questão, os fatores não epistêmicos, como frisa McMullin, continuam sendo ‘irrelevantes’, pois ainda que haja o término, não há resolução. “Eles podem efetivamente encerrar a expressão pública do desacordo, que é uma característica necessária da controvérsia” (McMULLIN, 2003, p. 79). Mas cabe somente aos aspectos epistêmicos, o papel significativo de resolver, definitivamente, a querela.

Um exemplo de controvérsia encerrada, citado pelo filósofo, envolve um ‘ataque’ à genética clássica dirigido pelo biólogo e agrônomo ucraniano Trofim Lysenko, em meados de 1930. Envolvido em intensas disputas ideológicas e políticas, inicialmente, ele teve apoio do Partido Comunista da União Soviética (PCUS), dirigido por Josef V. Stalin, para defender sua teoria que contrariava o conceito de gene e a concepção de seleção natural.

Defendia a ideia de que os organismos vivos poderiam ser condicionados para sobreviverem em qualquer tipo de ambiente, passando às gerações seguintes as novas características adquiridas, diferente do que afirmavam os darwinistas, que falavam em seleção natural do mais apto, sem a possibilidade de condicionamento do genótipo (LORETO et al., 2014, p. 1).

Em meio a uma campanha contra “teorias burguesas de hereditariedade cromossômica”, cientistas foram demitidos, laboratórios fechados, departamentos de universidades reorganizados e até livros didáticos descartados (McMULLIN, 2003). Por certo, “Lysenko retratou a Genética ocidental como sendo ‘burguesa’, ‘fascista’ e que fornecia uma justificativa para o racismo e a colonização pelos países capitalistas” (LORETO et al., 2014, p. 1).

Após a morte de Stalin, Lysenko ainda contou com o apoio de Nikita Khrushchov secretário geral do Partido Comunista da União Soviética. Contudo, com a queda de Khrushchov, em 1964, Lysenko perdeu o seu “reinado” de quase 30 anos. Nesse momento a controvérsia foi, de fato, encerrada.

Casos de encerramento não são frequentes na ciência, como sinaliza McMullin. Normalmente, valores não epistêmicos intervêm junto aos epistêmicos em uma controvérsia, os primeiros causando encerramento, os segundos trabalhando em sua resolução.

No exemplo anterior, pode-se dizer que a controvérsia passou de encerrada para resolvida somente quando “um relatório de uma comissão do Ministério da Agricultura e das academias teria demonstrado que os trabalhos experimentais de Lysenko foram realizados e testados de forma inadequada, e que todas as suas técnicas agrícolas eram ineficazes ou prejudiciais” (LORETO et al., 2014, p. 3). A genética teórica foi reintroduzida e as ideias lysenkianas repudiadas, nesse momento de resolução, por valores epistêmicos.

Uma controvérsia pode, ainda, ser *abandonada* e isto significa que ela, simplesmente, é capaz de desaparecer. Os estudiosos envolvidos no debate podem perder o interesse, ficarem esgotados ou falecerem. Nesses casos, as controvérsias também não são resolvidas, tampouco encerradas. De fato, publicamente, há o seu término. Isto permite que, por ventura, “com o passar do tempo, uma controvérsia abandonada pode vir a ser implicitamente resolvida à medida que novas evidências se tornam disponíveis ou novas teorias são formuladas” (McMULLIN, 2003, p. 81).

McMullin cita como exemplo a querela entre newtonianos e cartesianos acerca do princípio ativo da matéria. Newton sustentava, no *Principia*, que a matéria era inerte. Não obstante, a sua ideia de força gravitacional dava margem às críticas de que a matéria seria ativa por sua própria natureza. “Após a morte de Newton, a controvérsia desapareceu, em parte porque os fundamentos de sua ênfase na passividade inerente da matéria (que eram filosóficas e teológicas) já não pareciam convincentes, e em parte porque a noção de forças que atuam no espaço havia perdido sua estranheza” (McMULLIN, 2003, p. 73). O sucesso da mecânica gravitacional newtoniana fez com que o princípio de passividade da matéria fosse, de fato, menos plausível. Com efeito, a controvérsia não foi abandonada porque uma teoria prevaleceu sobre a outra, mas porque ninguém mais se interessou em defendê-la. Mesmo depois de três séculos, ela não foi resolvida.

Na ciência, normalmente e em grande medida, como ressalta McMullin, as controvérsias são, de fato, *resolvidas*. Isto significa que os fatores epistêmicos são mais prováveis de serem determinantes do que aqueles não epistêmicos. Ele argumenta isso à luz do que diz ser uma tese filosófica modesta, fundamentada parcialmente no histórico científico. De acordo com o filósofo, o papel da comunidade científica é um dos elementos mais relevantes em uma controvérsia, não sendo, no entanto, infalível. A partir da publicação dos estudos, no âmbito de um debate, a comunidade científica analisa e impõe disciplina aos envolvidos, é isto que “oferece a melhor esperança de resolução epistêmica adequada” (McMULLIN, 2003, p. 89). Isto quer dizer, em outras palavras, que a provável teoria passa por revisões, testes, verificações, análises. Nesse sentido, estão passíveis de mostrarem, ainda que em longo prazo, as disparidades de fato, as suas fraquezas, seus princípios inadequados. Por certo, para McMullin, a fertilidade de uma teoria é um valor essencial de sua qualidade epistêmica.

### **Controvérsias, valores e o ensino de ciências**

Na literatura, sobretudo nas últimas décadas, encontram-se distintos estudos que visam analisar as gêneses, processos, tipos e definições de controvérsias científicas (MACHAMER et al., 2000; ENGELHARDT; CAPLAN, 2003; BARROTTA; DASCAL, 2005; GOODWIN, 2013). Embora haja discussões sobre o término de querelas na ciência, essa é uma questão que precisa ser melhor debatida, principalmente na educação científica.

Diversos trabalhos têm apontado a relevância de discussões relativas à Natureza da Ciência (NdC) no ensino das ciências, em distintos níveis, inclusive na formação de pesquisadores (MATTHEWS, 1995; MOURA, 2014; MARTINS, 2015; PEDUZZI; RAICIK, 2017). A relação entre ciência e valores, e mais especificamente o seu vínculo com a escolha teórica em controvérsias, pode propiciar uma melhor compreensão da dinâmica científica. A

tese estereotipada de que um experimento dito crucial, isto é, decisivo e inequívoco, no momento de uma disputa, permite o término de um debate acaba não dando margem à reflexão de um processo complexo e admirável da ciência.

A valorização praticamente exclusiva dos resultados científicos em livros de divulgação científica, na veiculação midiática da ciência (vídeos, filmes) e, particularmente, em materiais didáticos e no discurso de professores colabora para a perpetuação do estereótipo de que controvérsias científicas são, e devem ser, resolvidas por apelo ao componente empírico envolvido. O próprio Kuhn (2011) enfatizou que livros e até mesmo artigos filosóficos recorrem com frequência aos experimentos ditos cruciais: “seu emprego como ilustração oferece uma economia necessária à pedagogia científica, mas não esclarecem quase nada acerca das características das escolhas que os cientistas são compelidos a tomar” (p. 347). Isto é, além de não esclarecer, essa ideia ignora um conjunto de valores que fazem parte da ciência; uma ciência que pode e precisa ser conhecida no ensino, à luz de pesquisas atuais, efetivamente ela é: um processo humano, histórico, social, etc., que não se desvencilha de uma reflexão concomitante entre os contextos DJ no âmbito da produção de conhecimento. Aliás, Lakatos (1987) argumenta, muito bem, que “nenhum experimento isolado pode desempenhar um papel decisivo, muito menos ‘crucial’, para fazer inclinar a balança entre programas rivais de investigação” (p. 284-285).

Para além disso, as controvérsias podem prescindir do experimento, como ocorre em controvérsias argumentativas (RAICIK et al., 2018). Nesses casos, sobretudo, a análise dos valores envolvidos é primordial para entender tanto o desenrolar quanto a terminação da disputa.

Quando um argumento teórico convincente desequilibra irreversivelmente um dos lados, a solução é sobejamente conceitual. De qualquer maneira, ao se analisar um conceito sob diferentes perspectivas em um debate, seja ele no calor da disputa ou no distanciamento histórico dos fatos, o mínimo que se tem, como produto, é uma compreensão muito melhor e mais elaborada do mesmo (PEDUZZI; RAICIK, 2017, p. 40).

Kuhn reconhece, ao menos no que se refere à formação de cientistas, que “o contexto da pedagogia difere quase do mesmo modo do contexto da descoberta e da justificativa” (KUHN, 2011, p. 346). Isto é, menospreza-se discussões do processo científico em função de uma reconstrução ahistórica do seu produto. Em suas palavras:

No ensino de ciências, as teorias são apresentadas em conjunto com aplicações exemplares, e essas aplicações podem ser vistas como evidências. Mas essa não é sua função pedagógica principal (e os estudantes de ciência sempre se mostram dispostos a aceitar a palavra dos professores e dos textos). Sem dúvida, algumas delas faziam parte da evidência no momento em que as decisões efetivas foram tomadas, mas representam apenas uma fração das considerações relevantes para o processo de decisão (KUHN, 2011, p. 346).

Embora Kuhn saliente a disparidade entre a ciência que é desenvolvida pelos estudiosos e a ciência que se apresenta em sala de aula, e apesar de não considerar relevante o uso da história na formação de cientistas, ele chama a atenção para aquilo que não é discutido (no ensino, nos manuais, etc.) quando os estudiosos estão diante de escolhas teóricas; os distintos valores e os seus juízos, por exemplo. O aluno, nessa perspectiva, pode ter uma falsa impressão de que apenas valores epistêmicos, ou ainda, apenas valores epistêmicos específicos – como a precisão – são decisórios em um debate.

Extrapolando os objetivos kuhnianos, considera-se que muitas das ponderações de Kuhn sobre a temática dos valores e sua relação com o embate pré ou paradigmático podem ser levadas ao ensino de ciências, buscando uma articulação com as pesquisas que vêm sendo realizadas nessa área de investigação. As ideias e reflexões que apresenta em termos dos contextos DJ, da relação entre ciência e valores, da história e filosofia da ciência para a compreensão do funcionamento da ciência podem ser de extrema relevância para uma educação científica que visa romper com estereótipos acerca do desenvolvimento científico.

A discussão de que valores, epistêmicos ou não, influenciam a tomada de decisão teórica – ou, como aponta McMullin, estão diretamente ligados ao modo como uma controvérsia pode terminar – pode auxiliar os estudantes a terem uma visão mais real, humana e contextualizada acerca das querelas na ciência. Afinal, o estudioso em meio a sua pesquisa é influenciado por valores e crenças, coletivas ou individuais:

[...] aquilo que de um ponto de vista pode parecer vagueza e imperfeição dos critérios de escolha concebidos como regras pode, quando os mesmos critérios são vistos como valores, parecer um meio indispensável de distribuir o risco que sempre está envolvido na introdução de uma novidade, ou em sua manutenção (KUHN, 2011, p. 352).

A relação entre ciência e valores, no âmbito da educação científica, vem ganhando espaço nacionalmente, embora essa ainda seja uma questão pouco explorada diante da consolidação do tema na filosofia da ciência.

Cordeiro (2016), a título de exemplo, apresenta um resgate das ideias de Kuhn, McMullin, Laudan e Longino com o intuito de esclarecer e fundamentar reflexões para o ensino. A autora, além de implementar uma unidade de ensino potencialmente significativa com pós-graduandos, promovendo resultados profícuos, visou evidenciar a relevância das relações entre fissão nuclear (seu estudo de caso histórico) e valores para a história, filosofia e ensino de ciências. Ademais, enfatiza que a relação entre ciência e valores aponta possibilidades para trabalhos com atividades experimentais, linguagem, educação ambiental, CTSA e questões sociocientíficas.

Lucas (2010) sistematiza uma sequência didática com foco em alunos dos anos finais da Educação Básica. Com base nas considerações de Lacey, o autor utiliza os valores

cognitivos como norteadores pedagógicos facilitadores de aprendizagem a partir da análise da teoria da seleção natural de Darwin. Em Batista e Lucas (2013) e Lucas e Batista (2011) encontra-se, igualmente, contribuições para a educação científica dessa natureza.

Salvi e Batista (2008), também buscando em Lacey fundamentos filosóficos-axiológicos, desenvolvem um estudo empírico com professores a partir de uma discussão de valores cognitivos na atividade científica. Os autores enfatizam que um resgate e aprofundamento de teses filosóficas sobre a temática pode contribuir para pesquisas que vinculam história e filosofia da ciência com a educação científica.

Por certo, a necessidade de discussões histórico-filosóficas no ensino vem sendo defendida há décadas (HODSON, 1986; MATTHEWS, 1995; McCOMAS et al., 1998; PEDUZZI, 2005; MARTINS, 2006; CLOUGH; OSLO, 2008; FORATO et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2012; DAMASIO; PEDUZZI, 2017). Com efeito:

Não é preciso deixar de lado os olhos críticos do presente ao se analisar o que está por trás de um passado recente, ou mesmo longínquo; é apenas necessário que esse passado seja visto, respeitado e contextualizado à luz de seus problemas e valores (PEDUZZI; RAICIK, 2017, p. 29).

Uma análise histórico-filosófica da ciência pode evidenciar que existem juízos de valor no âmbito científico e eles são fundamentais na tomada de decisão de um estudioso, para levá-lo a aceitar ou não uma teoria e para instigá-lo a buscar novas hipóteses quando necessário. A análise de uma determinada controvérsia pode explicitar as diferentes funções que o experimento assume na ciência, transcendendo uma visão puramente empírico-indutivista da mesma. Por consequência, pode evidenciar que não apenas o componente empírico, mas outros valores como os explicitados por Kuhn – precisão, consistência, simplicidade, fecundidade e abrangência –, entram em cena na escolha teórica e, assim, contribuir para um melhor ensino *de e sobre* a ciência.

### **Agradecimentos**

Agradecimento à CAPES pelo apoio à pesquisa realizada.

### **Referências**

BAGCE, S. Reichenbach on the relative a priori and the context of discovery/justification distinction. *Synthese*, v. 181, n. 1, p. 79-93, 2011.

BALTAS, A. Classifying scientific controversies. In: MACHAMER, P.; PERA, M.; BALTAS, A. (Org.) *Scientific Controversies: Philosophical and Historical Perspectives*. New York: Oxford University Press, 2000, p. 40-49.

BARROTA, P.; DASCAL, M. *Controversies and Subjectivity*. Amsterdam: John Benjamins Publishing Company, 2005.



BATISTA, I. L.; LUCAS, L. B. Contribuições axiológicas à educação científica: valores cognitivos e a seleção natural de Darwin. *Ciência & Educação*, v. 19, n. 1, p. 201, 2013.

BRANTE, T.; ELZINGA, A. Towards a theory of scientific controversies. *Science Studies*, 2, p. 33-46, 1990.

BULLA, M. E. *O papel das interações polêmicas (controvérsias científicas) na construção do conhecimento biológico: investigando um curso de Formação Continuada de professores sobre Evolução Humana*. Dissertação de mestrado em Educação - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2016.

BULLA, M. E.; MEGLHIORATTI, F. A. Controvérsias científicas na construção do conhecimento biológico: Investigando um curso de formação continuada de professores referente à Evolução biológica humana. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 01-29, 2016.

CLOUGH, M. P.; OSLON, J. K. Teaching and assessing the nature of science: An Introduction. *Science & Education*, v. 17, p. 143-145, 2008.

CORDEIRO, M. D. *Ciência e valores na história da fissão nuclear: potencialidades para a educação científica*. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. A formação de professores para um ensino subversivo visando uma aprendizagem significativa crítica: uma proposta por meio de episódios históricos de ciência. *Revista Labore em Ensino de Ciências*, v. 1, n. 1, p. 14-34, 2017.

ECHEVARRÍA, J. *Filosofía de la ciencia*. Ediciones Akal, 1995.

ENGELHARDT, H. T.; CAPLAN, A. L. *Scientific controversies: Case studies in the resolution and closure of disputes in Science and technology*. New York: Cambridge University Press, 2003.

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, 2011.

GOODWIN, W. Structure and Scientific Controversies. *Topoi*, n. 32, p. 101–110, 2013.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, v. 20, n. 2, 1988.

HODSON, D. Philosophy of Science and Science Education. *Journal of Philosophy of Education*, v. 20, n. 2, p. 215-225, 1986.

HOYNINGEN-HUENE, P. *Reconstructing scientific revolutions: Thomas S. Kuhn's. Philosophy of science*. University of Chicago Press, 1993.

KUHN, T. S. *A tensão essencial: estudos selecionados sobre tradição e mudança científica*. São Paulo: Unesp, 2011.

KUHN, T. S. *O caminho desde a estrutura*. São Paulo: Livraria UNESP, 2006.

KUHN, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva, 5ª ed., 1998.

- KUHN, T. S. Reflexões sobre os meus críticos. In: LAKATOS, I; MUSGRAVE, A. (Org.). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979, p. 285-343.
- LAKATOS, I. *Matemáticas, ciencia y epistemología*. Madrid: Alianza Editorial, 1987.
- LIMA, I. P. C. *O uso de controvérsias científicas para a compreensão da natureza da ciência: o caso do princípio de ação mínima*. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.
- LORETO, M. L.; MASSARINE, L. M.; MOREIRA, I. C. Repercussões do caso Lysenko no Brasil. In: 14º SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 2014. Belo Horizonte, Campus Pampulha da Universidade Federal de Minas Gerais. *Anais...*Belo Horizonte, Minas Gerais, 2014.
- LUCAS, L. B.; BATISTA, I. L. Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 2, p. 245-273, 2011.
- LUCAS, L. B. *Contribuições axiológicas e epistemológicas ao ensino da teoria da evolução de Darwin*. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.
- MACHAMER, P.; PERA, M.; BALTAS, A. Scientific Controversies: An Introduction. In: MACHAMER, P.; PERA, M.; BALTAS (Org.). *Scientific Controversies: Philosophical and Historical Perspectives*. New York: Oxford University Press, 2000, p. 3-17.
- MARTINS, R. A. Introdução: história da ciência e seu uso na educação. In: SILVA, C. C. (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. xvii-xxx.
- 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, 2015.
- 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.
- McCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. The nature of science in science education: in introduction. *Science & Education*, v. 7, p. 511-532, 1998.
- McMULLIN, E. Scientific controversy and its termination. In: ENGELHARDT, H. T.; CAPLAN, A. L. (Org.). *Scientific controversies: Case studies in the resolution and closure of disputes in Science and technology*. New York: Cambridge University Press, 2003, p. 49-92.
- MENDONÇA, A. L. O.; VIDEIRA, A. A. P. A assimetria entre fatos e valores: a herança de Kuhn nos Science Studies. In: CONDÉ, M. L. L.; PENNA-FORTE, M. A. *Thomas Kuhn: a Estrutura das Revoluções Científicas [50 anos]*. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013. p. 187-210.
- 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.
- PEDRO, A. P. Ética, moral, axiologia e valores: confusões e ambiguidades em torno de um conceito comum. *Kriterion*, n. 130, p. 483-498, 2014.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005, p. 151-170.

PEDUZZI, L. O.; RAICIK, A. C. *Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência*. Agosto, 2017, 51 p. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://evolucaodosconceitos.wixsite.com/historia-da-ciencia/texto>>. Último acesso em: 01 abr. 2019.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão acerca dos contextos da descoberta e da justificativa: a dinâmica entre hipótese e experimentação na ciência. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 8, n. 1, p. 132-146, 2015.

RAICIK, A. C.; PEDUZZI, L. O. Q.; ANGOTTI, J. A. P. A estrutura conceitual e epistemológica de uma controvérsia científica: implicações para o ensino de ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 1, p. 42-62, 2018.

REICHENBACH, H. *La filosofía científica*. México: Fondo de cultura económica, 1953.  
REIS, P. R. Ciência e Controvérsia. *REU*, v. 35, n. 2, p. 09-15, 2009.

SALVI, R. F.; BATISTA, I. L. A análise dos valores na educação científica: contribuições para uma aproximação da filosofia da ciência com pressupostos da aprendizagem significativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 3, n. 1, p. 43, 2008.

SIEGEL, H. Justification, Discovery and the Naturalizing of Epistemology. *Philosophy of Science*, v. 47, n. 2, p. 297-321, 1980.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE, J. 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.; MARTINS, A. F.; FERREIRA, J. M. H. (Org.). *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*. Natal: EDUFRN, 2012, p. 9-40.

## **SOBRE OS AUTORES**

**ANABEL CARDOSO RAICIK.** Licenciada em Física (2012) e mestre em Educação Científica e Tecnológica (2015) pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC.

**JOSÉ ANDRÉ PERES ANGOTTI.** Licenciado em Física (1972), mestre (1981) e doutor (1991) em Ensino de Ciências pelo Instituto de Física (IFUSP) e Faculdade de Educação (FEUSP) da Universidade de São Paulo. Pós-Doutor em Educação Científica e Tecnológica – Ensino de Física, formação Docente e TDIC junto ao grupo CRECIM da Universidad Autónoma de Barcelona – Espanha (2014-2015).

Recebido: 09 de março de 2018.

Revisado: 05 de fevereiro de 2019.

Aceito: 28 de março de 2019.