

## CRÍTICAS À VISÃO CONSENSUAL DA NATUREZA DA CIÊNCIA E A AUSÊNCIA DE CONTROVÉRSIAS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: O QUE É CIÊNCIA, AFINAL?

### CRITICS TO THE CONSENSUAL VIEW OF THE NATURE OF SCIENCE AND THE LACK OF CONTROVERSIES IN SCIENCE EDUCATION: WHAT IS SCIENCE, ANYWAY?

Alexandre Bagdonas<sup>1</sup>, João Zanetic<sup>2</sup>, Ivã Gurgel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, alexandre.bagdonas@usp.br

<sup>2</sup>Instituto de Física, Universidade de São Paulo, zanetic@if.usp.br

<sup>2</sup>Instituto de Física, Universidade de São Paulo, gurgel@if.usp.br

#### Resumo

Apresentamos a chamada “visão consensual sobre a natureza da ciência” que tem sido apresentada como um consenso pragmático para o ensino de ciências, que busca contornar as dificuldades e divergências existentes entre as visões sobre a ciência de filósofos, sociólogos e historiadores da ciência. Debates algumas críticas que foram realizadas a esta tendência, defendendo que controvérsias epistemológicas sejam abordadas na educação básica e apresentamos exemplos de possíveis abordagens a partir de estudos da história da cosmologia no século XX. Apresentamos o chamado “problema da demarcação” entre ciência e outras formas de conhecimento, defendendo sua relevância para o ensino de cosmologia, a qual não foi considerada uma ciência bem amadurecida e confiável até o início do século XX. Mesmo que não haja consenso sobre a resposta para a questão “Quando a cosmologia tornou-se científica?” acreditamos que os professores de ciências devam conhecer algumas possíveis respostas para ela. Como as teses cosmológicas inevitavelmente influenciam visões de mundo, elas podem entrar em conflito com visões não científicas sobre a origem do universo. Nos possíveis conflitos entre diferentes visões, é importante saber diferenciar a ciência de outras formas de conhecimento e para isso inevitavelmente serão abordadas questões não consensuais sobre a natureza da ciência. Portanto, apresentamos duas visões antagônicas de filósofos da ciência sobre critérios de demarcação na ciência: uma visão racionalista crítica defendida por Imre Lakatos e uma visão crítica do racionalismo dominante, o anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend. Com base nessa tensão de visões opostas da natureza da ciência, vamos construir duas sínteses de trabalhos sobre a história da cosmologia no século XX: uma reconstrução racional da história e uma história com maior espaço para a pluralidade de teorias e a presença de fatores usualmente considerados não racionais na descrição do processo de construção das teorias científicas.

**Palavras-chave:** natureza da ciência, história e filosofia da ciência, cosmologia, Paul Feyerabend, Imre Lakatos.

## **Abstract**

We present the so-called "consensus view about the nature of science" that has been presented in science education literature as a pragmatic consensus that seeks to circumvent the difficulties and differences between the views on the science of philosophers, sociologists and historians of science. We discussed some criticisms that have been made to this trend and argue that epistemological controversies should be addressed in basic education and provide examples of possible approaches from studies of the history of cosmology in the twentieth century. We discuss the "demarcation problem" between science and other forms of knowledge, defending its relevance for teaching cosmology, which has not been considered a mature and reliable science since the early twentieth century. Even though there is consensus on the answer to the question "When cosmology became a science?" we believe that science teachers should know some possible answers to it. As cosmological theories inevitably influence world views, they may conflict with non-scientific views about the origin of the universe. While addressing these possible conflicts between different worldviews it is important to differentiate science from other forms of knowledge and this inevitably will address controversial issues of the nature of science. Therefore, we present two opposing views of philosophers of science over demarcation criteria in science: a critical rationalist view advocated by Imre Lakatos and a critical view of dominant rationalism: Paul Feyerabend's epistemological anarchism. Based on this tension between opposing views of the nature of science, we will build two versions of the history of cosmology in the twentieth century: a rational reconstruction of history and a story with more space for the plurality of theories and the presence of factors not usually considered rational in the description of the construction of scientific theories.

**Keywords:** nature of science, history and philosophy of science, cosmology, Paul Feyerabend, Imre Lakatos.

## **Introdução**

### **Em busca de consenso sobre a natureza da ciência**

A tentativa de esboçar tópicos consensuais sobre a natureza da ciência (NdC) tem sido objeto de investigação de um grande número de artigos nos últimos anos. Diferentes grupos de pesquisa apresentaram sínteses convergentes elaboradas a partir do estudo de documentos curriculares internacionais e a partir da revisão bibliográfica de pesquisas em ensino de ciências (McComas et al 1998, Harres 1999, Gil Perez et al 2001, Teixeira et al 2009).

De maneira geral, ao analisarmos os tópicos apresentados como síntese da "visão consensual da natureza da ciência" elaboradas nas últimas décadas, notamos forte influência dos epistemólogos que podem ser classificados como "pós-positivistas", tais como Karl Popper, Gaston Bachelard, Thomas Kuhn, Imre Lakatos e Paul Feyerabend. Os aspectos considerados "inadequados" são predominantemente associados a visões empiristas, indutivistas e positivistas, que foram amplamente criticadas por esses autores.

Ainda que de maneira geral todos eles concordem em sua crítica a visões ingênuas sobre a NdC, persistem diversas diferenças entre suas proposições.

Responder a questões como “o que é a ciência?” envolve tensões entre especialistas de diferentes áreas do conhecimento, como história, filosofia e sociologia das ciências, as visões dos próprios cientistas sobre sua prática e até mesmo as demandas dos cidadãos em geral sobre como a ciência deveria ser. Mesmo assim, os trabalhos em ensino de ciências têm privilegiado a apresentação de tópicos consensuais sobre a natureza da ciência, não considerando a possibilidade de tratarmos de controvérsias sobre a NdC.

O objetivo deste trabalho é, em um primeiro momento, questionar a necessidade e a pertinência de uma visão consensual de NdC no ensino de ciência e, em seguida, apresentar um possível caminho para abordagens de questões não consensuais através da História da Cosmologia. Em especial trataremos do problema da demarcação.

### **Uma crítica à visão consensual da natureza da ciência**

Alters (1997) analisou as concepções sobre a NdC de 176 membros da Philosophy of Science Association, dos EUA, e concluiu que há pelo menos onze visões diferentes entre estes epistemólogos. Essa enorme quantidade de visões diferentes leva muitos autores a questionarem a pertinência de se buscar uma visão única sobre a NdC.

Juli Eflin, Stuart Glennan e George Reisch afirmam que

O conceito de NdC parece pressupor: (a) que existe uma natureza da ciência para ser descoberta e ensinada aos estudantes; (b) que uma lista de tópicos pode descrever a natureza da ciência; e (c) que para uma disciplina ser considerada científica, cada um dos tópicos deve ser verdadeiro para essa disciplina. Na filosofia, essa é uma visão essencialista da ciência, em que se acredita que há uma essência da natureza ou um conjunto de critérios que descrevam todas e somente as atividades e investigações são consideradas científicas. A maior parte dos filósofos da ciência e educadores que refletiram sobre essa questão considera que essa visão essencialista não pode ser sustentada. (...) Porém, pedagogicamente, o essencialismo sobre a natureza da ciência pode ser apropriado. Essa é uma decisão que deve ser feita levando-se em conta o grau de desenvolvimento dos estudantes em questão (Eflin et al 1999, p.108, tradução livre).

Assim, a NdC não seria uma definição exata, ou um conjunto de características necessárias e suficientes para que uma atividade seja considerada científica. Tendo feito essa importante ressalva, Eflin e colaboradores (1999, pp.108-109, tradução de Moura 2008) citam primeiro quatro áreas de consenso entre os epistemólogos, e em seguida alguns aspectos mais controversos.

Eles apresentam duas áreas principais sem consenso entre especialistas:

1. A geração do conhecimento científico depende de compromissos teóricos e fatores sociais e culturais.
2. A verdade das teorias científicas é determinada por características do mundo que existem independentemente do cientista.

Segundo Eflin e colaboradores, a maioria dos pesquisadores reconhece que a geração do conhecimento científico depende de questões teóricas e de fatores históricos e sociais, mas há uma grande discordância sobre a importância dessa

influência “externa” quando comparada com a de fatores “internos”<sup>1</sup>, lógicos ou racionais. Tendo em vista estas duas grandes áreas sem consenso, eles apresentam uma série de tensões entre correntes filosóficas diferentes sobre a NdC, tais como realismo contra instrumentalismo e racionalismo contra historicismo.

Tendo em vista essas controvérsias e a complexidade das questões levantadas é bastante arriscado estabelecer uma suposta “concepção adequada de ciência” como se fosse a única visão correta. Assim como se propõe que uma visão dogmática e fechada da ciência seja inadequada, o mesmo se aplica às teorias sobre a natureza da ciência.

Esta cautela em relação à criação de listas sobre “a visão correta da natureza da ciência” está presente nos artigos feitos pelos pesquisadores da área de ensino que sintetizaram as concepções consensuais na comunidade de pesquisa em ensino de ciências (Gil Perez et al 2001). Porém, apesar de os pesquisadores que escrevem sobre a NdC estarem cientes da necessidade de cautela em relação à imposição de uma visão “adequada” sobre a ciência, é preocupante que com a divulgação destes trabalhos essas frases cautelosas presentes nos artigos sejam esquecidas. Assim, encontraríamos professores utilizando a lista de aspectos “consensuais” sobre a natureza da ciência como um novo currículo a ser ensinado nas aulas de ciências.

Reconhecendo o valor das diversas pesquisas realizadas nos últimos anos, concordamos com as críticas por Gurol Irzik e Robert Nola (2011) à tendência de se evitar controvérsias sobre a natureza da ciência no ensino. Estes autores afirmam que:

A chamada “visão consensual”, que devemos principalmente a Norman Lederman e seus colaboradores (Abd-El-Khalick 2004; Bell 2004; Cobern and Loving 2001; Flick and Lederman 2004; Hanuscin et al. 2006; Khishfe and Lederman 2006; Lederman 2004; McComas et al. 1998; McComas and Olson 1998; Osborne et al. 2003; Smith and Scharmann 1999; Ziedler et al. 2002), busca contornar as dificuldades relacionadas ao ensino da natureza da ciência, apresentando apenas os aspectos menos controversos (Irzik e Nola, 2011, p. 592, adaptado, tradução nossa).

Esta postura também tem sido adotada por pesquisadores brasileiros (como Harres 1999, Moura 2008, Forato 2009, Teixeira et al 2009, entre outros) que tomaram como base as pesquisas classificadas por Irzik e Nola como adeptos da “visão consensual”. Segundo eles (2011, p.593), esta postura:

1) Mostra uma visão muito pobre da ciência, por exemplo, ao simplesmente afirmar que “não existe um método científico universal e atemporal”. Apesar de esta afirmação ser consensual, ao dizer apenas isso os professores estariam deixando de ilustrar as diferentes metodologias gerais utilizadas pelos cientistas em sua prática, como o método hipotético-dedutivo ou evitar modificações ad-hoc nas teorias salvando-as de possíveis refutações.

2) Mostra uma visão única de ciência, cega às diferenças entre as disciplinas, como entre a cosmologia, uma ciência baseada em observações astronômicas e modelos físicos, e a química e outras ciências empíricas, cujas teorias podem ser testadas em laboratórios.

---

<sup>1</sup> Há também divergências entre Kuhn e Lakatos quanto aos fatores que podem ser considerados internos (Lakatos, 1978).

3) Não ficam claras as relações entre certos itens apresentados nas listas “consensuais”, sendo que existem tensões entre alguns deles. Por exemplo, muitas vezes é apresentada como consensual a tese de que o conhecimento científico é carregado de teoria e que as interpretações de dados experimentais são influenciadas por fatores subjetivos. Mas isso torna a objetividade da ciência impossível? Os desdobramentos filosóficos da relação teoria e realidade não são desenvolvidos, limitando muito o próprio debate sobre a NdC.

Para não reduzir o ensino de ciências à mera memorização de slogans sobre a pretensa verdadeira natureza da ciência, é essencial que os aspectos da natureza da ciência sejam apresentados de forma mais rica a partir de episódios históricos. Na próxima seção, vamos apresentar como alguns desses aspectos não consensuais poderiam ser introduzidos na educação básica, tendo como base diferentes visões da cosmologia do século XX.

### **Questões não consensuais importantes no ensino de cosmologia**

Certas questões interessantes sobre a natureza da ciência podem ser discutidas em qualquer aula de filosofia ou de ciências, independentemente do assunto estudado. Por exemplo, a problematização de visões empiristas e indutivistas da ciência pode ser realizada em estudos da teoria das cores de Newton (Silva e Martins 2003), da Óptica newtoniana (Moura 2008), em vários outros episódios da história da óptica (Forato 2009) ou em estudos da cosmologia do século XX (Bagdonas 2011).

Porém, a cosmologia é um assunto com grande potencialidade por permitir que certas questões epistemológicas sejam inseridas nas aulas de ciências, tendo uma especificidade em relação a outros conteúdos científicos ensinados na educação básica. Seu estudo permite com naturalidade apelar para a imaginação com o intuito de examinar nossas crenças mais profundas, por isso, um de seus papéis no ensino é propiciar aos jovens o contato com a visão científica de mundo, que envolve conhecer um conjunto de descrições e explicações a respeito do universo e, sobretudo, da posição do homem no mesmo. Questões sobre a origem do universo quando abordadas pela ciência podem gerar conflitos não só com as visões de mundo de base religiosa, mas também com uma série de crenças e práticas culturais. Segundo o Datafolha<sup>2</sup>, um em cada quatro brasileiros, acredita que o ser humano foi criado por Deus há menos de 10 mil anos. Essa crença religiosa entra em conflito com diversas teorias científicas muito bem estabelecidas, provenientes de diferentes áreas do conhecimento, como a física, geologia, biologia, astronomia e cosmologia.

Para que os alunos possam compreender as diferenças e semelhanças entre ciência e religião, é inevitável que sejam abordados aspectos não consensuais sobre a natureza da ciência, como o chamado “problema da demarcação”: uma das questões mais controversas da epistemologia contemporânea.

A demarcação entre ciência e outras áreas do conhecimento consiste em um problema importante na história da filosofia da ciência, com importantes consequências não só para os filósofos, mas também para a vida dos cidadãos em

---

<sup>2</sup> <http://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u715507.shtml>, citado em Bagdonas 2011, p. 42.

geral. O epistemólogo húngaro Imre Lakatos (1922-1974) apontou alguns aspectos históricos polêmicos da relevância de se diferenciar a ciência da não-ciência:

O problema da demarcação das fronteiras entre a ciência e a pseudociência tem sérias implicações para a institucionalização da crítica. A teoria de Copérnico foi proibida pela Igreja Católica em 1616 por ser considerada pseudocientífica. Em 1820, foi retirada do Index, porque àquela altura a Igreja acreditou que os fatos a teriam comprovado e, por isso, ela tornou-se científica. O Comitê Central do Partido Comunista Soviético, em 1949, declarou pseudocientífica a genética mendeliana, conduzindo à morte em campos de concentração os seus defensores, como aconteceu com o acadêmico Vavilov: depois do assassinato de Vavilov a genética mendeliana foi reabilitada. Contudo, manteve-se o direito do partido decidir o que é científico e publicável e o que é pseudocientífico e passível de punição. O novo sistema liberal do ocidente também exerce o direito de negar a liberdade da palavra ao que é considerado pseudocientífico, como já se viu na discussão a respeito de raça e inteligência. Todos esses julgamentos inevitavelmente se baseiam em alguma espécie de critério de demarcação. Essa é uma razão por que o problema dos limites entre a ciência e a pseudociência não é um pseudo problema de filósofos de poltrona: ele tem sérias implicações de ordem ética e política (Lakatos 1978, p.19).

Uma proposta de solução comum para o problema de demarcação é a tese de que a comunidade científica escolhe, em cada época, o que é ou não ciência, com base em critérios que mudam ao longo do tempo e que não são necessariamente racionais. Essa proposta se aproxima da visão epistemológica de diversos autores, como Karl Polanyi e Paul Feyerabend, criticados por Imre Lakatos, um defensor da racionalidade científica:

Muitos filósofos tentaram solucionar o problema da demarcação nos seguintes termos: uma afirmação constitui conhecimento se muitas pessoas acreditam nela com firmeza suficiente. Mas a história do pensamento mostra-nos que muitas pessoas estavam totalmente comprometidas com crenças absurdas. Se a força das crenças fosse o traço distintivo do conhecimento, teríamos de considerar como conhecimento algumas histórias de demônios, anjos, forças do mal, céu e inferno (Lakatos 1978,p.11).

Segundo Paul Feyerabend, sua intenção ao escrever o livro *Contra o Método* era criar um debate com seu colega Imre Lakatos. Assim eles escreveriam um livro cuja primeira parte seria um ataque de Feyerabend à posição racionalista, enquanto Lakatos reformularia essa posição, para defendê-la. Lakatos morreu, este projeto foi interrompido. Para Feyerabend os defensores de uma visão única e coerente para a ciência costumam dizer: a ciência pode ser complexa, mas ainda é racional. Mas o que querem dizer por racional? Uma possibilidade válida é a tese *nominalista*, segundo a qual “racional” seria apenas um nome único dado para uma série de procedimentos diferentes.

A ideia de que a racionalidade seria um procedimento geral presente em todas as atividades científicas não se sustenta. Ou a racionalidade é definida de maneira muito estreita, classificando como irracional, por exemplo, as artes e boa parte das ciências, ou é definida de uma forma muito abrangente, classificando como racionais não só toda a ciência, mas também a corte amorosa, a comédia ou as lutas de cachorros (Feyerabend 2007, p. 329).

No anarquismo epistemológico de Feyerabend há uma crítica das visões exclusivamente racionalistas da ciência, que mostram apenas os acertos da teoria

hegemônica, escondendo seus erros e as propostas rivais. Uma das principais críticas que fez a epistemologia de Lakatos envolve a questão: quanto tempo é preciso esperar para poder decidir se um programa é progressivo ou degenerativo? (Feyerabend 1970, p.215).

A partir da tensão entre o racionalismo crítico de Imre Lakatos e o anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend, na continuidade desta pesquisa, construiremos duas visões antagônicas da história da cosmologia na primeira metade do século XX. A primeira história é uma *reconstrução racional* (Lakatos 1978), dando ênfase aos resultados hoje considerados corretos da cosmologia contemporânea: a expansão do universo, a teoria do Big Bang e a descoberta da radiação cósmica de fundo. Já a segunda história da cosmologia é inspirada na crítica de Feyerabend ao racionalismo, tendo como base o anarquismo epistemológico e sua defesa de uma pluralidade de teorias em competição, rejeitando a adesão dogmática dos cientistas a uma única teoria dominante (Feyerabend 2007).

Pela própria complexidade de seu objeto de estudo, a cosmologia não foi considerada científica durante a maior parte de sua história. Muitos pensaram que a cosmologia jamais poderia ser uma ciência com as mesmas características das ciências naturais que se estabeleceram a partir do período moderno (física, química, biologia, astronomia etc.). Por exemplo, o filósofo francês Auguste Comte (1798-1857), expoente do positivismo, propôs, na primeira metade do século XIX, que os fenômenos astrofísicos e cosmológicos jamais poderiam ser investigados cientificamente. Em sua visão, seria impossível obter dados empíricos sobre os corpos celestes. Ainda que Comte tenha dirigido suas críticas à possibilidade de se conhecer a composição físico-química dos astros celestes, sua opinião certamente englobava a cosmologia. Poucos anos depois, o estudo da composição química das estrelas a partir da espectroscopia permitiu a superação da crítica de Comte. A astrofísica se desenvolveu bastante, de forma que no início do século XX já era considerada uma ciência bem estabelecida. Já a cosmologia enfrentou mais alguns obstáculos até ser considerada científica. A cosmologia pré-relativística era marcada pela escassez de dados observacionais e pela forte influência de fatores filosóficos, mitológicos e religiosos (Ribeiro e Videira 2004, p. 521).

Com o surgimento de novas teorias físicas e com o aperfeiçoamento dos aparatos tecnológicos que são utilizados nas observações astronômicas, a cosmologia se transformou bastante, passando gradualmente a ser considerada uma ciência. Nas teorias cosmológicas, o universo é modelado como uma entidade única, cujas variáveis estudadas são grandezas físicas, como, por exemplo, pressão, densidade e energia. A cosmologia estuda os fenômenos em grandes escalas, o estudo do universo como um todo. Os avanços da cosmologia nos últimos anos permitiram a consolidação do chamado *modelo padrão da cosmologia*, que leva em conta aspectos de diversas áreas da física, como a relatividade geral, a física atômica, quântica, nuclear, de partículas elementares e da gravitação; e da astronomia, como os estudos sobre a origem e formação de estrelas e galáxias.

A cosmologia é uma ciência que mudou muito no último século e foi profundamente influenciada por outras áreas do conhecimento. Contudo, ela é uma ciência de características próprias e que acaba lidando com questões muito próximas de áreas não científicas, como a religião. Isso faz com que não seja trivial

localizar o momento em que ela passou a ter características de uma área que pertence às ciências.

Ao invés de simplesmente ensinar que “Não existe uma única maneira de se fazer ciência, portanto, não existe um método científico universal” (McCommas et al 1998, p.513) nos parece muito mais interessante ilustrar ao longo da história da cosmologia como diferentes métodos foram utilizados, desde a cosmologia newtoniana baseada na mecânica clássica e observações astronômicas feitas com telescópios, até a criação de modelos cosmológicos relativísticos a partir da relatividade geral, as observações dos desvios espectrais das galáxias e as observações com radiotelescópios no século XX.

A dificuldade em se localizar o início da cosmologia está profundamente atrelada a uma questão filosófica que consiste em pensar o que é a ciência. Para se compreender “*quando a cosmologia se tornou científica?*” é necessário que seja esclarecido o que se entende por ciência. Dessa forma, ainda que seja uma questão não consensual, saber apresentar algumas possíveis respostas para essa pergunta pode ser muito valioso para professores de ciências.

### **Considerações finais**

Neste trabalho apresentamos uma crítica à postura comum em pesquisas recentes sobre a natureza da ciência de se buscar visões consensuais entre especialistas da filosofia, história e sociologia da ciência, evitando controvérsias e eliminando a presença de visões empiristas, indutivistas e positivistas na educação básica. Ao invés disso, defendemos que seja mais rico um pluralismo de visões sobre a natureza da ciência, sem deixar de dar voz ao que os próprios cientistas consideram que seja a natureza de sua prática, mantendo assim a tensão entre diferentes visões.

Defendemos a presença nas aulas de ciências de discussões sobre questões controversas como: O que é ciência? Qual é a diferença entre opinião, crença e conhecimento? A ciência busca a verdade? Como julgar entre hipóteses ou teorias diferentes em competição? Qual é o valor da pesquisa científica para nossas vidas? Ousar abordar essas questões controversas em sala de aula envolve questionar a postura tradicional do professor como o detentor da “Verdade” que deve ter a resposta para todas as perguntas. Ainda que estas questões não tenham respostas definidas, consideramos que elas são muito importantes para a formação de professores de ciências e até mesmo no ensino médio, por que estão diretamente relacionadas à autoridade e ao valor atribuído ao conhecimento científico. Esse tipo de discussão, ainda que seja bastante desafiadora, pode acostumar os alunos com a ideia de que discussões abertas são boas oportunidades de aprendizado, mesmo que não se chegue a uma conclusão definitiva.

### **Referências**

ALTERS, Brian. Nature of science: A diversity or uniformity of ideas? *Journal of Research in Science Teaching*, v. 34, p.1105–1108, 1997.

BAGDONAS, Alexandre. *Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física, Instituto de

Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2011.

CHALMERS, Alan. *O que é a ciência, afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.

EFLIN, Juli; GLENNAN, Stuart e REISH, George. The Nature of Science: A Perspective from the Philosophy of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 36, n.1, p.107-116, 1999.

FEYERABEND, Paul K. Consolations for the specialist. In: Lakatos & Musgrave 1970, pp. 197-230, 1970.

FEYERABEND, Paul. K. *Contra o método*. Tradução de Cezar Augusto Mortari. São Paulo: Editora UNESP, 2007.

FOUREZ, G. *A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências*. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.

FORATO, Thaís C. M. *A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz*. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2009.

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A. e PRAIA, João. Para uma Imagem Não-deformada do Trabalho Científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HARRES, João B. S. Uma Revisão de Pesquisas nas Concepções de Professores sobre a Natureza da Ciência e suas Implicações para o Ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 4, n. 3, 1999.

IRZIK, Gürol e NOLA, Robert. A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, v.20, 2011.

LAKATOS, Imre. *História da ciência e suas reconstruções racionais*, Edições 70, Lisboa, 1978.

MATHEWS, Michael R. Science teaching: the role of history and philosophy of science. New York: Routledge, 1994.

McCOMAS, Willian F., Almazroa, H. & Clough, M. P. The nature of science in science education: an introduction. *Science & Education* 7: 511-532, 1998.

MOURA, Breno A. *A aceitação da óptica newtoniana no século XVIII: subsídios para discutir a natureza da ciência no ensino*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, 2008.

RIBEIRO, Marcelo B. e VIDEIRA, Antonio A. P.;. Cosmologia e Pluralismo Teórico. *Scientiae Studia* (USP), São Paulo, v. 2, n. 4, p. 519-535, 2004.

SILVA, C. C. & MARTINS, R. de A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. *Ciência & Educação* 9(1): 53-65, 2003

TEIXEIRA, Elder Sales; FREIRE JÚNIOR, Olival; EL-HANI, Charbel Niño. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de Física. *Ciência & Educação*, v. 15, p. 529-556, 2009.

VIDEIRA, Antonio A. P. Breves considerações sobre a natureza do método científico. In: SILVA, Cibelle. C. (Org.) *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. p. 24-40, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.