

Ensino sobre Ciências: Da falta de consenso aos novos desafios a serem enfrentados

Teaching about Science: From a lack of consensus to new challenges to be faced

Rosária Justi

Universidade Federal de Minas Gerais
rjusti@ufmg.br

Resumo

Apesar de o *ensino sobre ciência* – ou de *natureza da ciência* – ser enfatizado em documentos oficiais de muitos países, uma análise da literatura recente sobre o tema evidencia a inexistência de consenso sobre o que constituiria tal ensino e sobre como o mesmo pode ser conduzido em diferentes níveis de escolaridade. Este trabalho visa contribuir para incrementar o debate entre pesquisadores e professores brasileiros interessados no tema a partir de uma revisão da literatura internacional sobre diversas visões acerca do ensino sobre ciências. A partir desta revisão, são caracterizadas as principais ideias e críticas relativas às mesmas. Isto dá suporte à identificação dos principais desafios a serem enfrentados para que tal perspectiva de ensino seja incorporada ao ensino de ciências no Brasil e a uma breve discussão sobre os mesmos.

Palavras chave: ensino sobre ciências, natureza da ciência, revisão da literatura

Abstract

Although many official documents from distinct countries emphasise the *teaching about science* (or of *nature of science*), an analysis of the recent literature on the topic makes it evident the lack of consensus on both what would constitute such a teaching and how it could be conducted in distinct school levels. This work aims at contributing to foster the debate among Brazilian researchers and teachers interested in the topic from a review of the international literature about several perspectives to the teaching about science. From such a revision, the main perspectives and criticism to them are identified. This supports both the identification and a brief discussion about the main challenges to be faced in order to include such a teaching perspective in the Brazilian science teaching.

Keywords: teaching about science, nature of science, literature review

Introdução: Contextualização da discussão e definição do problema

A inclusão do ensino sobre a ciência entre os objetivos gerais para o ensino de ciências tem sido proposta e defendida em documentos oficiais de muitos países (por exemplo, DFEE, 1995; MEC, 2000; ACARA, 2010; NRC, 2012) de forma claramente explícita ou não. Em um certo sentido, tais documentos refletem as preocupações de pesquisadores da área de

Educação em Ciências engajados na defesa de um ensino menos conteudista, mais autêntico (isto é, mais próximo das práticas da própria ciência) e que exerça uma influência maior na formação de cidadãos (MILLAR e OSBORNE, 1998; DUSCHL e GRANDY, 2008; HODSON, 2009, dentre muitos outros). Entretanto, uma análise sobre o tema a partir de artigos publicados nas últimas duas décadas evidencia a inexistência de consenso sobre o que constituiria o *ensino sobre ciências* e sobre como o mesmo poderia ser conduzido em diferentes níveis de escolaridade.

Este trabalho visa contribuir para incrementar o debate entre pesquisadores e professores brasileiros interessados no tema a partir de uma revisão da literatura internacional sobre diversas visões acerca do ensino sobre ciências ou, como ele é mais conhecido, do ensino sobre *natureza da ciência* (NC). Esta revisão é guiada pelas seguintes questões de pesquisa: Quais são as principais características de distintas visões sobre natureza da ciência frequentemente aceitas? Quais são as principais críticas que tem originado novas propostas? Considerando que a revisão da literatura aponta para uma atual falta de consenso sobre o que caracteriza a NC, outra questão é discutida: Quais são os principais desafios a serem enfrentados no sentido de efetivamente introduzir o ensino sobre ciências no ensino de ciências brasileiro? Tal relacionamento justifica o título deste trabalho.

Considerando a limitação de espaço deste trabalho, são apresentadas aqui apenas algumas visões sobre NC. Mas, para que o trabalho realmente contribua para o debate, foram selecionadas aquelas mais representativas de abordagens distintas e/ou mais difundidas.

A visão mais conhecida

Na área de educação em ciências, parece que a visão sobre NC mais amplamente difundida atualmente é aquela defendida pelo americano Norm Lederman e seus colaboradores. De acordo com eles, NC se relaciona aos valores e considerações epistemológicos relacionados ao conhecimento científico (LEDERMAN, 1992; ABD-EL-KHALICK, BELL e LEDERMAN, 1998). De forma sintética, para eles, NC é caracterizada pela seguinte lista de princípios: conhecimento científico é provisório, tem bases empíricas, é subjetivo, é parcialmente um produto da inferência, criatividade e imaginação humanas, é contextualizado social e culturalmente; observações são diferentes de inferências; leis são diferentes de teorias científicas e ambas têm funções distintas (ABD-EL-KHALICK, BELL e LEDERMAN, 1998; LEDERMAN *et al.*, 2002; LEDERMAN, 2006). Eles também afirmam que tal visão foi definida levando em conta três critérios: o fato de o conhecimento sobre tais aspectos ser acessível aos estudantes, a existência de um consenso geral em relação a tais aspectos de NC e a utilidade ou valor de tais aspectos de NC para todos os cidadãos (LEDERMAN, 2006).

Essas ideias têm sido usadas como referencial para muitos estudos empíricos conduzidos nas últimas duas décadas e que objetivam caracterizar as visões de NC sustentadas por estudantes e professores (por exemplo, ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000; IREZ, 2006), ou propor e validar instrumentos de coleta de dados que possam ser usados em tais caracterizações (por exemplo, LEDERMAN *et al.*, 2002). Isto tem resultado na propagação desta visão de NC e do uso dos instrumentos relacionados em diversos países.

Algumas críticas à visão mais conhecida

O fato de a visão defendida pelo grupo de Lederman ser enfatizada em documentos oficiais (como evidenciado por MCCOMAS e OLSON (1998)) parece ter sido um dos fatores que

contribuíram para o estabelecimento de um consenso entre os pesquisadores da área de educação em ciências sobre a importância da introdução de aspectos sobre ciências no currículo escolar. Entretanto, a própria visão defendida pelo grupo americano, que há uns anos era amplamente aceita, hoje não tem mais o status de consenso e tem recebido várias críticas. Nos últimos anos, as principais delas se relacionam às considerações de que:

- A separação entre as práticas científicas (por exemplo, aquelas envolvidas na elaboração, teste, definição de validade e confiabilidade, e comunicação do conhecimento científico) e a natureza da ciência é artificial, uma vez que as primeiras são constituintes da ciência (GRANDY e DUSCHL, 2007; ALLCHIN, 2011; VAN DICK, 2011, dentre outros).
- A lista de princípios de NC não considera a existência de ciências distintas (biologia, física, geologia, química etc.) que apresentam especificidades em relação à maioria dos princípios (por exemplo, sobre a natureza empírica do conhecimento científico). Nesse sentido, vários estudiosos (por exemplo, WONG e HODSON, 2009; IRZIK e NOLA, 2011) defendem que a NC não pode ser fixa e atemporal e que ela não pode caracterizar a ciência como homogênea.
- Apesar de os princípios se aplicarem à ciência, eles não são específicos, quer dizer, não distinguem a ciência de outras práticas humanas (VAN DICK, 2011).
- A ciência não pode ser caracterizada por uma lista de princípios, pois isto reforça uma série de estereótipos e não captura os aspectos contextuais da ciência (WONG e HODSON, 2009; ALLCHIN, 2011).
- Não existe nenhuma evidência de que conhecimento declarativo sobre NC pode dar suporte à sua aplicação em contextos cotidianos (ALLCHIN, 2011; VAN DICK, 2011).

A partir dessas considerações, várias outras visões sobre NC tem sido propostas. Algumas delas são apresentadas a seguir.

Outras visões sobre natureza da ciência

Na Inglaterra, Osborne, Collins, Ratcliffe, Millar e Duschl (2003) conduziram um estudo do tipo Delphi, em três estágios, com 23 especialistas: educadores, historiadores, filósofos, sociólogos, comunicadores e professores de ciências. Eles selecionaram uma comunidade bem abrangente porque tinham como objetivo investigar se existia um consenso entre tais especialistas em relação a o que deveria ser ensinado aos alunos sobre a ciência. Segundo os autores, este foi o primeiro estudo empírico que buscou identificar ideias sobre ciência. No primeiro estágio, os sujeitos foram questionados sobre se os métodos da ciência deveriam ser ensinados, o que deveria ser ensinado sobre métodos da ciência, a natureza do conhecimento científico, e as instituições e práticas científicas da ciência. A análise das respostas resultou em trinta temas. No segundo estágio, os sujeitos foram apresentados a um resumo de cada um desses trinta temas e das justificativas para os mesmos e foram solicitados a usar uma escala Likert para avaliar a importância de cada um deles para o currículo de ciências. Além disso, as respostas deveriam ser justificadas. Finalmente, no terceiro estágio os 18 temas mais votados no estágio anterior foram apresentados os sujeitos para serem avaliados novamente, mas considerando que eles deveriam ser ensinados explicitamente. A análise final resultou em uma lista de nove ideias sobre ciências consideradas essenciais para o currículo escolar. Seis delas se relacionam aos métodos da ciência (métodos científicos e testes críticos, criatividade, ciência e questionamentos, diversidade do pensamento científico, análise e interpretação de dados, hipóteses e previsões); duas se relacionam à natureza do conhecimento científico (desenvolvimento histórico do conhecimento científico, ciência e certeza); e uma se relaciona

às instituições e práticas da ciência (cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico).

Um aspecto a ser destacado é que os resultados deste estudo enfatizam a importância da introdução de discussões sobre métodos da ciência no currículo escolar. Isto vai contra a separação entre processos científicos e natureza da ciência presente na visão proposta por Lederman e colaboradores (e criticada por muitos outros pesquisadores).

Considerando que natureza da ciência é um domínio híbrido constituído de elementos oriundos das áreas de história, sociologia e filosofia da ciência, assim como de ciências cognitivas (tais como a psicologia), McComas (2008) apresenta uma lista de ideias chave a serem introduzidas aos estudantes resultante de uma análise de conteúdo de um conjunto de livros sobre natureza e filosofia da ciência. Algumas dessas ideias coincidem com aquelas destacadas por Lederman e colaboradores, enquanto outras são completamente diferentes (por exemplo, ‘ciência e tecnologia exercem influência uma na outra, mas não são a mesma coisa’, ‘a ciência e seus métodos não podem responder todas as questões’), e outras ainda são apresentadas de maneira mais detalhada (por exemplo, ‘a produção do conhecimento na ciência compartilha modos de pensar, normas, raciocínio lógico e métodos tais como observação e coleta de dados cuidadosas e veracidade no relato’). Assim, a lista de McComas – acompanhada ou não dos exemplos históricos que ilustram cada um dos aspectos discutidos em seu artigo – parece ter potencial para guiar o desenvolvimento de uma visão mais ampla sobre ciência entre estudantes e professores.

Mais recentemente, Wong e Hodson (2010) também reconheceram o valor das contribuições filosóficas, históricas e sociológicas na identificação de elementos de natureza da ciência a serem incluídos no currículo escolar. Além disso, eles defenderam a importância de dar atenção às visões dos próprios cientistas sobre as práticas científicas e os relacionamentos entre ciência e sociedade. Nesse sentido, eles entrevistaram 14 cientistas de áreas e países distintos depois de os mesmos terem respondido uma versão modificada do questionário VNOS-C (proposto originalmente pelo grupo americano (LEDERMAN *et al.*, 2002)). As modificações no questionário buscaram favorecer a expressão: das visões de ciência dos cientistas a partir de suas práticas (principalmente em relação a como eles planejam e conduzem investigações); dos aspectos sociais, políticos e econômicos considerados importantes pelos cientistas; das ideias dos cientistas sobre como o conhecimento científico é elaborado e validado. Como resultado, os cientistas destacaram, além de aspectos mencionados em outras visões de NC: o papel da liberdade acadêmica, da ética, da colaboração e competição entre cientistas; a validação, aceite ou rejeição do conhecimento científico a partir do processo de revisão por pares; e o impacto do financiamento na produção de novos conhecimentos científicos. Wong e Hodson enfatizam que a inclusão de tais aspectos no ensino poderia contribuir para favorecer o desenvolvimento de uma visão de ciências mais autêntica e ampla por parte dos estudantes.

Em um artigo recente que tem motivado discussões bastante produtivas entre pesquisadores interessados no tema, Allchin (2011) foca suas críticas à lista de princípios de NC na inexistência de evidências de que a simples declaração de tais princípios possa sustentar a aplicação efetiva dos mesmos em contextos cotidianos. Segundo ele, “a compreensão de NC precisa ser *funcional*, não declarativa” (p. 523, ênfase original). Ele comenta também que vários aspectos estão ausentes da lista como, por exemplo, os papéis da credibilidade, do financiamento, da motivação, da avaliação por pares, dos vieses cognitivos, das fraudes e da validação de novos métodos. A partir dessas críticas, ele propõe um perfil (chamado Dimensões de Confiabilidade da Ciência) que é constituído de elementos de natureza da ciência que poderiam ser usados como suporte na análise de qualquer situação envolvendo ciência – o que contribuiria para o letramento científico dos indivíduos. Os elementos são:

observação e raciocínio, interações sociais entre cientistas, processos cognitivos, financiamento, práticas instrumentais e experimentais, e comunicação e transmissão de conhecimento. Para cada um deles são apresentados alguns exemplos de itens que poderiam ser usados para analisar como estudantes discutem temas relacionados com ciência em termos de NC, assim como exemplos desse tipo de análise. Esses últimos evidenciam como o perfil pode ser usado para caracterizar de forma ampla a visão de estudantes sobre a ciência expressa quando eles analisam uma situação problema cotidiana (relacionada com ciência).

Como enfatizado anteriormente, os trabalhos aqui comentados são alguns dos mais relevantes publicados recentemente. Mas julgamos importante destacar que existem contribuições de diversos campos para o debate (por exemplo, sociologia, psicologia, economia, antropologia). Por isso, é essencial que pesquisadores interessados nesta temática não restrinjam seus estudos às contribuições da filosofia e da história que, apesar de muito importantes, limitam a visão sobre ciências.

Ensino sobre Ciências no Brasil: Alguns desafios

No Brasil, o ensino *sobre ciências*, ou *de natureza da ciência*, ainda não é enfatizado de forma explícita nos documentos oficiais (por exemplo, PCN+ Ensino Médio e Orientações Curriculares para o Ensino Médio). Entretanto, tais documentos destacam aspectos inerentes ao mesmo como, por exemplo, a necessidade de que o ensino não promova “uma idéia equivocada da ciência e da atividade científica, segundo a qual a ciência se desenvolve de maneira neutra, objetiva e sem conflitos, graças a descobertas de cientistas, isoladas do contexto social, econômico ou político da época” e a importância de o aluno reconhecer “que o conhecimento químico é dinâmico, portanto, provisório” (MEC, 2000, p. 96). Tais aspectos refletem alguns dos princípios presentes na lista dos pesquisadores americanos e, tendo em vista as críticas apresentadas à mesma anteriormente, podem ser considerados restritos e insuficientes para promover um ensino de ciências mais autêntico, isto é, um ensino no qual os conhecimentos e processos envolvidos sejam mais próximos daqueles que fazem parte da própria ciência.

Acreditamos que, para isso, o ensino de ciências precisa contemplar uma grande diversidade de aspectos relacionados à investigação científica e à natureza do conhecimento científico. Assim, parece-nos que uma série de questões precisa ser amplamente discutida. Dentre elas, destacamos como principais: Quais aspectos da ciência podem contribuir para que estudantes desenvolvam uma visão ampla de ciências que os capacite a lidar com situações envolvendo ciências presentes em suas vidas? Como tais aspectos poderiam ser introduzidos no ensino de ciências nos distintos níveis de escolaridade? Como divulgar tal perspectiva de ensino entre professores e envolvê-los no planejamento e condução de processos de ensino coerentes com a mesma? Como promover o desenvolvimento dos conhecimentos (de conteúdo e pedagógico de conteúdo) necessários para que professores planejem e conduzam o ensino de ciências nessa perspectiva? Como favorecer a explicitação clara do ensino sobre ciências nos próximos documentos oficiais brasileiros?

Essas questões não são passíveis de respostas únicas e simples, ou mesmo elaboradas por um único pesquisador. Ao contrário, elas se constituem em grandes desafios a serem enfrentados por vários pesquisadores (ou grupos deles). À título de ilustração, para discutir a primeira questão, por exemplo, seria necessário estudar a fundo todas as alternativas propostas (e, como também já enfatizado, existem muitas outras além das resumidamente apresentadas neste trabalho), compará-las, e analisá-las à luz dos objetivos esperados para o ensino de ciências. A partir daí, poderiam ser elaboradas propostas – que levassem em conta

particularidades do contexto brasileiro – assim como diretrizes que orientassem a introdução das mesmas em níveis de escolaridade e contextos de ensino distintos. Mas, para que tais propostas possam fazer parte da realidade do ensino, é essencial que os professores realmente entendam todas as modificações necessárias nos processos promovidos e vivenciados em suas salas de aula e modifiquem suas ações de acordo. Entretanto, pesquisas (por exemplo, ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000) têm evidenciado que esta não é uma tarefa simples para professores que, em geral, não têm discutido abordagens relativas ao ensino sobre ciências em seus processos de formação e nem as experimentaram enquanto estudantes. Em outras palavras, em geral professores de ciências não têm desenvolvido conhecimentos e habilidades necessários para ensinar numa perspectiva focada em uma *compreensão ampla* dos estudantes sobre ciências. Quando falamos, então, de mudanças nas perspectivas de ensino, pressupomos ser necessária uma formação adequada do professor, isto é, o desenvolvimento de conhecimentos e habilidades adequados, e não a aquisição de uma série de informações sobre as modificações propostas – o que, muito provavelmente, resultaria apenas em conhecimentos declarativos sobre as mesmas e na inadequada aplicação das mesmas. Mas, como promover uma formação de professores eficiente nessa perspectiva? Esta é outra questão cuja resposta requer um amplo estudo.

O levantamento desses questionamentos (que, como destacado anteriormente, são apenas alguns dos inúmeros possíveis e pertinentes) evidencia, a nosso ver, a necessidade de uma tomada de posição dos pesquisadores no sentido de assumir o desafio de se envolver na investigação de algumas dessas questões. Acreditamos que, pela centralidade das mesmas na área de educação em ciências e pelos contextos envolvidos em muitas delas, a pesquisas resultantes podem contribuir para gerar evidências que deem suporte (i) à uma explicitação mais clara envolvendo o ensino sobre ciências nos próximos documentos oficiais brasileiros (de forma análoga ao que já acontece nos documentos de outros países – como, por exemplo, o mais recente documento americano (NRC, 2012); (ii) à iniciativas de modificações na formação de professores; e (iii) a uma mudança de postura da sociedade como um todo sobre a importância de um ensino de ciências mais autêntico e que efetivamente contribua para uma melhor formação dos cidadãos brasileiros.

Agradecimentos

Ao CNPq, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do trabalho.

Referências

ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R. L.; LEDERMAN, N. G. The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. **Science Education**, v. 82, n. 4, p. 417-436, 1998.

ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.

ACARA. **Science: Foundation to Year 10 curriculum**. Canberra: Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, 2010.

ALLCHIN, D. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

DFEE. **Science in the National Curriculum**. London: HMSO, 1995.

DUSCHL, R.; GRANDY, R. E. **Teaching Scientific Inquiry - Recommendations for Research and Implementation**. Rotterdam: Sense Publishers, 2008.

GRANDY, R. E.; DUSCHL, R. Reconsidering the character and role of inquiry in school science: analysis of a conference. **Science & Education**, v. 16, n. 2, p. 141-166, 2007.

HODSON, D. **Teaching and Learning about Science**. Rotterdam: Sense Publishers, 2009.

IREZ, S. Are We Prepared?: An Assessment of Preservice Science Teachers' Educators Beliefs About Nature of Science. **Science Education**, v. 90, n. 6, p. 1113-1146, 2006.

IRZIK, G.; NOLA, R. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. **Science & Education**, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

_____. Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction. In: FLICK, L. B. e LEDERMAN, N. G. (Ed.). **Scientific Inquiry and Nature of Science**. Dordrecht: Springer, 2006. p.301-317.

LEDERMAN, N. G. et al. Views of Nature of Science Questionnaire: Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 6, p. 487-521, 2002.

MCCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2-3, p. 249-263, 2008.

MCCOMAS, W. F.; OLSON, J. K. The nature of science in international science education standards documents. In: MCCOMAS, W. F. (Ed.). **The nature of science in science education**. Dordrecht: Kluwer, 1998. p.41-52.

MEC. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias [PCN+ Medium Level: Additional Educational Orientations to The National Curricular Parameters - Science, Mathematics and their Technologies]**. Brasília: SEMTEC-CNE, 2000.

MILLAR, R.; OSBORNE, J. **Beyond 2000: Science education for the future**. London: King's College, London School of Education, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas**. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

OSBORNE, J. et al. What "Ideas-about-Science" Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

VAN DICK, E. M. Portraying Real Science in Science Communication. **Science Education**, v. 95, n. 6, p. 1086-1100, 2011.

WONG, S. L.; HODSON, D. From the Horses' Mouth: What Scientists Say About Scientific Investigation and Scientific Knowledge. **Science Education**, v. 93, n. 1, p. 109-130, 2009.

_____. More from the Horse's Mouth: What scientists say about science as a social practice. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 11, p. 1431-1463, 2010.