

Análise dos conhecimentos sobre evidência e justificativa de licenciandos de Química

Analysis of pre-service chemistry teachers' knowledge about evidence and justification

Stefannie de Sá Ibraim

Universidade Federal de Brasília

stefannieibraim@gmail.com

Rosária Justi

Universidade Federal de Minas Gerais

rjusti@ufmg.br

Resumo

Apresentamos uma análise dos conhecimentos de licenciandos de Química sobre argumentação, em especial, sobre os conhecimentos de evidências e justificativas, a partir da mobilização destes para dar suporte a afirmativas de conhecimento científico. Onze licenciandos responderam um questionário. A análise das respostas foi realizada a partir da definição de evidência e justificativa presente na literatura e de critérios discutidos e estabelecidos entre as pesquisadoras. Os dados indicam que os licenciandos têm dificuldade de apresentar evidências e justificativas para afirmativas envolvendo conhecimento químico e de relacioná-las; e enunciam leis e princípios como justificativas para o conhecimento científico. Diante disso, apontamos a necessidade de os licenciandos vivenciarem um ensino explícito de argumentação e terem oportunidades de desenvolver seus conhecimentos científicos a partir de uma abordagem argumentativa – o que pode contribuir para que eles tenham condições de refletir sobre essa perspectiva para o ensino de conteúdo.

Palavras chave: Argumentação, professores em formação inicial, conhecimento científico.

Abstract

We present an analysis of pre-service chemistry teachers' knowledge on argumentation, mainly about evidence and justifications, from the mobilization of both to support scientific affirmatives. Eleven pre-service teachers answered a questionnaire. The answers were analysed from both the definitions of evidence and justification found in the literature, and criteria discussed and established among the researchers. Data indicate that the pre-service teachers: have difficulties in identifying evidence and justifications for affirmatives involving chemical knowledge, and to relate them; and use laws and principles as justifications for scientific knowledge. So, we point out the relevance that pre-service teachers participate in an explicit

teaching of argumentation and to have opportunities to develop their scientific knowledge based on an argumentative approach. This may contribute to make them able to reflect on the argumentative perspective for teaching scientific content.

Key words: Argumentation, pre-service teachers, scientific knowledge.

Argumentação científica, o ensino de ciências e o papel do professor

Os documentos oficiais que regulamentam o ensino básico, tanto no âmbito nacional (por exemplo, MEC, 2001) quanto internacional (por exemplo, NRC, 2012), têm sustentado o argumento de que alunos devem ser formados para o exercício da cidadania. Nesse sentido, pesquisadores têm defendido um ensino de ciências mais autêntico (CAVAGNETTO, 2010; DUSCHL; OSBORNE, 2002), o que significa dar oportunidade aos alunos de vivenciar práticas análogas às científicas ao construir conhecimento (NRC, 2012).

A criação de um ambiente propício à argumentação em sala de aula de Ciências tem sido considerada uma estratégia de ensino válida para atender esses objetivos (MCNEILL, 2011). Isto se justifica porque alguns psicólogos defendem que a aprendizagem se desenvolve quando há interações entre indivíduos na produção de significados (SCHWARZ, 2009) – o que é favorecido pela argumentação social. Isto também se justifica porque na perspectiva defendida por Deanna Kuhn (1993), e aceita por vários pesquisadores que atuam na área, aprender a pensar pode ser intrinsecamente relacionado a aprender a argumentar.

Outros pesquisadores da área têm ressaltado resultados positivos em relação à prática argumentativa e ao desenvolvimento de: aprendizagem conceitual; visões mais adequadas sobre ciências; e habilidades relacionadas à argumentação (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; PEREIRO MUÑOZ, 2002; MCNEILL; PIMENTEL, 2010; WALKER; SAMPSON, 2013). Jiménez-Aleixandre (2010) aponta, especificamente, três contribuições do ensino de ciências pautado em argumentação:

- o desenvolvimento da competência de aprender a aprender, que se refere à capacidade de o sujeito continuar a aprender ao longo da vida de forma autônoma;
- o desenvolvimento do pensamento crítico, que implica na capacidade de o sujeito articular consistentemente teoria a evidências, de analisar que tipo de evidência pode dar suporte ou refutar uma teoria, e de justificar a escolha de uma teoria entre um conjunto de teorias rivais usadas para um mesmo fenômeno; e
- a aprendizagem sobre a cultura científica, que envolve a apropriação das práticas científicas envolvidas em produzir, avaliar e comunicar conhecimento.

Além disso, a argumentação pode contribuir para o ensino de ciências por ser uma prática autêntica da ciência, visto que os cientistas desenvolvem e debatem teorias a partir de evidências (OSBORNE, 2010). A argumentação científica pode ser compreendida como um processo social direcionado ao estabelecimento de relações entre evidências e teorias com o objetivo de propor uma explicação, um modelo, ou fazer uma avaliação do conhecimento (DUSCHL; OSBORNE, 2002); ou como uma tentativa de validar ou refutar um enunciado tendo em vista um conjunto de proposições que refletem valores da comunidade científica (NORRIS; PHILLIPS; OSBORNE, 2008). Dessa forma, a avaliação do conhecimento é um aspecto central nesta prática (ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008).

Um elemento muito presente nos discursos científicos é a *evidência*, que é usada para dar suporte à conclusão e é proveniente de dados. Há diferença entre a apresentação de um dado e de uma evidência pelos cientistas. Dados são informações, quantidades, medições etc. usados com o objetivo de propor uma solução para um problema (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010). Por outro lado, evidências dizem respeito aos dados que são selecionados e analisados pelos cientistas no processo de avaliação do conhecimento. Portanto, um aspecto central na argumentação científica é a seleção de evidências a partir de um conjunto de dados (DUSCHL; ELLENBOGEN, 2009).

Em resumo, a argumentação científica está diretamente relacionada a *justificativas* e *persuasões* e está compromissada com *evidências* (ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008). Na construção do conhecimento científico, as afirmativas são conectadas às evidências que lhes dão suporte por meio de justificativas. Por outro lado, a persuasão se relaciona à tentativa de convencer a partir da fala e da escrita. Por exemplo, quando o cientista apresenta o resultado de seu trabalho para a comunidade científica, no intuito de convencer tal audiência sobre a importância do mesmo, ele apresenta suas conclusões acompanhadas de evidências que as sustentam e de justificativas fundamentadas em teorias aceitas pela comunidade.

Por ser uma prática científica tão importante, defendemos que a argumentação pode tanto favorecer o ensino de ciências autêntico quanto colaborar para a formação cidadã, uma vez que pode contribuir para a tomada de decisão e para o desenvolvimento de uma visão mais adequada de ciências (ERDURAN; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2008). Entretanto, para que a argumentação possa contribuir para a aprendizagem dos estudantes é preciso que o professor os engaje em situações em que eles tenham que utilizar o raciocínio científico como, por exemplo, discussões sobre as possíveis explicações científicas para um fenômeno (OZDEM; ERTEPINAR; CAKIROGLU; ERDURAN, 2013). Estes autores também ressaltam a importância de o professor: conhecer o que é proposto pelas reformas educacionais, em termos de competências que os alunos precisam ter ao concluírem o ensino básico; ter conhecimento sobre as estratégias de ensino que visam favorecer a argumentação científica e o uso de evidências; e ser capaz de desenvolver tais atividades em sala de aula. Porém, para que o professor possa atender tais pretensões, é preciso que ele vivencie, em sua formação, práticas argumentativas que favoreçam o desenvolvimento dos conhecimentos e habilidades relacionados a essa prática (ZOHAR, 2008).

Apesar do importante papel de professores no ensino envolvendo argumentação, poucas pesquisas têm investigado seus entendimentos sobre argumentação (MCNEILL; KATSH-SINGER; GONZÁLEZ-HOWARD, 2016), e pouca atenção tem sido dada ao seu papel no ensino envolvendo argumentação e aos conhecimentos docentes necessários nesse contexto de ensino (AUTOR 1; AUTOR 2, 2016). Além disso, as poucas pesquisas que investigam a influência das abordagens adotadas por professores ao trabalhar com materiais favoráveis à criação de um ambiente argumentativo em sala de aula respaldam nossa crença de que o professor exerce um papel fundamental no ensino envolvendo argumentação (EVAGOROU; DILLON, 2011; MCNEILL; PIMENTEL, 2010).

Objetivo

Considerando esses aspectos, julgamos importante investigar os conhecimentos sobre argumentação de professores em formação inicial, em especial, os conhecimentos sobre evidências e justificativas, a partir da mobilização destes para dar suporte a afirmativas de conhecimento científico. Isto porque esses são elementos centrais no processo de construção do conhecimento científico e, no ensino de ciências envolvendo argumentação, espera-se que o

professor seja capaz de apresentar e discutir evidências e justificativas para os conteúdos ensinados.

Assim, este trabalho tem como objetivo discutir as seguintes questões de pesquisa:

- O que evidências e justificativas para afirmativas científicas apresentadas por professores em formação inicial nos dizem sobre seus conhecimentos sobre argumentação?
- Há relação entre os conhecimentos sobre argumentação desses professores e seus conhecimentos de conteúdo? Quais?

Aspectos metodológicos

Coleta de dados

Os dados foram coletados em uma turma de uma disciplina de cunho pedagógico específico, ofertada ao 5º período de um curso de Licenciatura em Química de uma universidade federal do interior de Minas Gerais. A turma era composta por 11 professores em formação (PF), que assinaram TCLE concordando com a participação na pesquisa. Ao longo do semestre, os PF vivenciaram discussões sobre argumentação a partir de leituras de textos e atividades relacionadas à temática. Entre os aspectos discutidos, foram ressaltados o papel de evidências e justificativas na construção de argumentos e na construção do conhecimento científico e a importância de evidências serem alinhadas a um modelo teórico a fim de sustentarem enunciados científicos. A opção por investigar o entendimento dos PF sobre *evidências* e *justificativas* se relaciona à importância desses elementos na construção do conhecimento científico, ao papel da argumentação na ciência e, conseqüentemente, à sua relação com o ensino de ciências envolvendo argumentação.

Ao final do semestre, os PF responderam uma questão na qual deveriam apresentar pelo menos uma evidência e uma justificativa para duas afirmativas científicas: (1) ‘A massa é conservada em reações químicas’; e (2) ‘Durante o processo de mudança de estado físico de uma substância, não há mudança de temperatura’. Tais enunciados envolvem conceitos químicos básicos como conservação das massas em reações químicas e transformação e conservação de energia. Portanto, consideramos que os PF deveriam ter pré-requisitos suficientes para discutir esses conceitos. Além disso, ambas afirmativas dizem respeito a conhecimentos de ciência que compõem os currículos no ensino básico, ou seja, que serão discutidos com seus futuros alunos.

Análise de dados

Primeiramente, buscamos na literatura um maior entendimento sobre o significado de *evidência* e *justificativa* para que pudéssemos julgar adequadamente as respostas apresentadas pelos PF para sustentar as afirmativas científicas. Assim, consideramos que: evidências são dados que podem dar suporte às conclusões (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010); justificativa é o elemento que conecta os dados à conclusão (TOULMIN, 1958); e, no contexto científico, a justificativa se baseia no modelo teórico que auxilia na interpretação das evidências. Portanto, há uma estreita relação entre esses elementos.

Além disso, os critérios para a análise foram discutidos entre as pesquisadoras a fim de se obter critérios claros e consensuais. Consideramos que os PF tiveram sucesso ao apresentar evidências e justificativas para as afirmativas químicas nos casos em que eles conseguiram dar suporte às mesmas usando, pelo menos, uma evidência e uma justificativa coerente. Por outro

lado, julgamos como casos de insucesso as situações nas quais os PF não apresentaram evidências ou justificativas; apresentaram evidências no lugar de justificativa ou o contrário; apresentaram um exemplo como evidência; ou, ainda, apenas repetiram a afirmativa. Por fim, nos casos de sucesso, analisamos se o PF conseguiu relacionar a justificativa à evidência apresentada.

Nos casos em que classificamos a respostas como insucesso, buscamos indícios de porque os PF não conseguiram apresentar evidências ou justificativas para as afirmativas. Nesse sentido, buscamos investigar se o insucesso estava relacionado à uma limitação nos conhecimentos sobre argumentação ou uma limitação no conhecimento de conteúdo químico. Por exemplo, consideramos que nos casos em que o PF citou um experimento como evidência, este demonstrou uma limitação no conhecimento sobre argumentação (especificamente sobre o significado de evidência). Por outro lado, julgamos como limitação no conhecimento de conteúdo os casos em que os PF não apresentaram evidências ou justificativa ou, ainda, quando apenas enunciaram um princípio como justificativa para a afirmativa científica.

A partir disso, todas as respostas foram analisadas separadamente pelas duas pesquisadoras e classificadas como casos de sucesso e insucesso. As análises foram discutidas até se obter um consenso. Esse processo de triangulação contribuiu para a validação interna da pesquisa (COHEN; MANION; MORRISON, 2011).

Resultados e discussão

Na tabela 1, apresentamos o resultado geral da análise realizada.

Afirmativa	Sucesso		Insucesso	
	Evidências	Justificativa	Evidências	Justificativa
1	PF4; PF6	PF6	PF1; PF2; PF3; PF5; PF7; PF8; PF9; PF10; PF11	PF1; PF2; PF3; PF4; PF5; PF7; PF8; PF9; PF10; PF11
2	PF3; PF4; PF6; PF7	PF3; PF6	PF1; PF2; PF5; PF8; PF9; PF10; PF11	PF1; PF2; PF4; PF5; PF7; PF8; PF9; PF10; PF11

Tabela 1: Classificação das evidências e justificativas apresentadas pelos PF.

Em relação à afirmativa 1, a tabela 1 mostra que apenas dois PF conseguiram apresentar uma evidência. Um deles foi PF4, que respondeu:

“Reação de uma quantidade conhecida de H_2 , em um recipiente fechado, com quantidade suficiente de O_2 . Formará H_2O . Sabendo a massa do recipiente sem os reagentes pode-se comprovar a conservação das massas por alguns cálculos.”

Nos casos de insucesso, PF2, PF3 e PF11 apresentaram como evidência a realização de um experimento, por exemplo: *“Experimentos que comprovam, tal como a queima da fita de magnésio.”* (PF2). Porém, diferente de PF4 e PF6, estes não mostram como a realização do mesmo ou os resultados experimentais poderiam ser usados para dar suporte à afirmativa em questão. Os dados e as evidências são sempre interpretados à luz de um modelo teórico, ou, no caso da ciência, pelas *“lentes do pesquisador”* (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010, p. 91). Isto significa dizer, por exemplo, que uma medição, não é suficiente para dar suporte a uma

conclusão; é preciso que o cientista ‘diga’ o que esse dado significa para que ele possa ser utilizado com este fim. Portanto, ao desconsiderar a interpretação das evidências a partir de um referencial, os PF parecem ter demonstrado ter uma visão incoerente sobre o papel das evidências nos argumentos e no processo de construção do conhecimento. Além disso, tal resultado pode ser um indício da visão ingênua de ciência dos alunos, na qual os dados e a observação são supervalorizados (FERNÁNDEZ; GIL-PEREZ; CARRASCOSA; CACHAPUZ; PRAIA, 2002). Por outro lado, PF1, PF5, PF8 e PF9 reelaboraram a afirmativa ou a repetiram quando solicitados a manifestar uma evidência, como pode ser observado na resposta de PF1: “*A massa dos reagentes é mantida nos produtos.*”. Por último, salientamos que PF7 não apresentou nenhuma evidência para a afirmativa 1.

No que diz respeito à expressão da justificativa para a afirmativa 1, a tabela 1 mostra que apenas PF6 foi capaz de justificar a conservação das massas a partir do fato de que em uma reação química há um rearranjo de átomos, resultando na formação de novas substâncias. Entre os PF que não conseguiram apresentar uma justificativa para o caso, cinco justificaram a conservação apenas citando a lei de conservação das massas ou enunciando o princípio de Lavoisier; três reelaboraram ou repetiram o enunciado; e dois não apresentaram justificativa. Este é um resultado preocupante, pois é um indício de que os PF não estão acostumados a pensar nas razões pelas quais o conhecimento científico é aceito e/ou têm adotado princípios e leis como o próprio conceito.

Em relação à afirmativa 2, a maioria dos PF não conseguiu apresentar uma evidência. Quatro PF apresentam como evidência a utilização de um termômetro em um experimento envolvendo a mudança de estado físico de uma substância, como exemplificado em:

“Em uma destilação, pode ser verificado que a temperatura vai aumentando até a temperatura de ebulição e permanece constante por um período.” (PF6).

Sobre a apresentação de justificativas, ressaltamos que apenas dois PF conseguiram relacionar a não variação de temperatura do sistema com o fato de a energia fornecida estar sendo convertida em energia potencial, resultando no afastamento das moléculas. Em geral, os demais PF reelaboraram ou repetiram o enunciado ao tentar expressar uma justificativa. Por exemplo:

“Durante o processo de mudança de estado físico de uma substância, não há mudança de temperatura.” (PF5).

Os dados da tabela 1, indicam que, de forma geral, os PF tiveram dificuldades em mobilizar evidências e justificativas para as afirmativas de conhecimento científico, embora estas envolvam conhecimentos considerados básicos para alunos do 5º período de um curso de Química. Ressaltamos que PF6 foi o único sujeito capaz de relacionar a justificativa à evidência nos dois casos. Além disso, os PF sugeriam experimentos como evidências, como se apenas a observação e dados empíricos fossem suficientes para se chegar à uma conclusão. Esta limitação pode estar associada à visão de ciências dos PF, isto é, ao fato de conceberem ciências com um conjunto de verdades absolutas e indiscutíveis, em relação às quais não há necessidade de discutir porque aceitamos tal conhecimento.

Além disso, a dificuldade dos PF em apresentar evidências e justificativas pode estar associada à limitação no conhecimento científico. Por exemplo, ao tentar apresentar uma justificativa para a afirmativa 2, PF2 negou a afirmativa e afirmou que há variação de temperatura durante a mudança de estado físico. Tal resultado aponta para a importância de que o conteúdo químico seja discutido adequadamente nas disciplinas dos cursos de Licenciatura. Em geral, nessas disciplinas os licenciandos não têm a oportunidade de participar de situações argumentativas envolvendo os conteúdos discutidos e de refletir sobre as evidências e

justificativas possíveis para os conhecimentos estudados. Por exemplo, Queiroz e Sá (2009) investigaram o uso de atividades que favorecem a prática argumentativa no ensino superior de Química. As autoras observaram aulas de sete disciplinas de caráter teórico e de três disciplinas de caráter experimental. Nas 35 aulas observadas, elas perceberam que o discurso na sala de aula era predominantemente centrado no professor e que os trabalhos de laboratório eram organizados principalmente para avaliar aspectos processuais do trabalho prático. Em função de nosso conhecimento da realidade das disciplinas ministradas na universidade na qual esta pesquisa foi desenvolvida, acreditamos que os resultados encontrados por Queiroz e Sá não são restritos ao contexto investigado por elas, e que algo similar ocorre na instituição investigada por nós. Portanto, de forma geral, os PF têm poucas, ou nenhuma, oportunidade(s) de aprender conhecimentos científicos a partir da perspectiva da argumentação, o que pode impactar seus conhecimentos sobre argumentação no contexto científico.

Conclusão e Implicações

Nossos resultados indicam que os PF: (i) têm dificuldades de apresentar evidências e justificativas para afirmativas envolvendo conhecimento químico; (ii) enunciam leis e princípios como justificativas para o conhecimento científico; e (iii) não conseguem relacionar evidências a justificativas. Isto pode estar associado às suas visões de ciência e ao tipo de ensino vivenciado durante a formação inicial. Frente a isso, concordamos com Correa (2011) sobre a necessidade dos cursos de formação de professores trabalharem questões associadas a aspectos de Natureza da Ciência.

Nossos resultados também chamam atenção para a importância de os professores das disciplinas de conteúdo científico adotarem uma abordagem pautada em argumentação durante o ensino de conteúdo químico. Isto porque parte da dificuldade manifestada pelos licenciandos pode estar associada tanto à limitação de conhecimento científico, quanto ao fato de eles não estarem acostumados a trabalhar com as evidências e as justificativas relacionadas a tais conhecimentos. Diante disso, endossamos uma discussão bastante presente na literatura da área de formação docente sobre a necessidade de romper definitivamente com o modelo de formação pautado na racionalidade técnica, no qual não há interação entre as discussões sobre o objeto de ensino e as ocorridas nas disciplinas de cunho pedagógico sobre tal objeto de ensino (DINIZ-PEREIRA, 2016). Essa dicotomia atribui ao professor a responsabilidade de estabelecer relações entre as estratégias de ensino como, por exemplo, a argumentação, e os conteúdos curriculares. Portanto, salientamos que a proposta de reestruturação das licenciaturas de Diniz-Pereira (2016), que visa romper definitivamente com a fórmula 3+1 e iniciar uma nova era na formação de professores no Brasil, parece ser bastante interessante por propor que as disciplinas pedagógicas sobre o objeto de ensino sejam cursadas em paralelo com as disciplinas de conhecimento sobre o objeto de ensino, de forma a favorecer o diálogo entre as mesmas.

Por fim, as respostas apresentadas pelos PF para as afirmativas químicas também podem indicar que eles não compreendem o significado de evidência, pois vários PF citaram apenas exemplo ao tentarem apresentar evidência e utilizaram princípios e leis como uma justificativa para a afirmativa científica. Frente a isso, reforçamos os argumentos de vários autores sobre a importância de os professores vivenciarem momentos de formação voltados ao desenvolvimento de seus conhecimentos sobre argumentação e ressaltamos a necessidade de isso ocorrer ao longo da formação inicial – e não apenas em momentos pontuais como, por exemplo, em uma única disciplina. Isto porque, apesar de os PF terem vivenciado o ensino de argumentação, alguns não tiveram sucesso em apresentar evidências e justificativas para as afirmativas. Além disso, salientamos que esses momentos não podem ser restritos às discussões

ocorridas nas disciplinas de cunho pedagógico, visto que muitos PF não conseguiram apresentar uma evidência ou justificativa devido a algum tipo de limitação no conhecimento científico. Dessa forma, concordamos com Zembal-Saul (2009) sobre a importância de os professores em formação inicial terem oportunidades de aprender conceitos científicos de maneira coerente com a forma como eles devem ensinar, a fim de desenvolver práticas pedagógicas adequadas à perspectiva de ensino. Portanto, para que os PF possam contribuir, futuramente, para o ensino de ciências envolvendo argumentação é preciso que eles tenham oportunidades de desenvolver seus conhecimentos científicos a partir de uma abordagem argumentativa; possam vivenciar explicitamente o ensino de argumentação; e possam refletir sobre essa perspectiva de ensino alinhada ao objeto de ensino.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos a CAPES e a FAPEMIG.

Referências

- AUTOR 1; AUTOR 2. Artigo em periódico internacional.
- CAVAGNETTO, Andy. Argument to Foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions in K-12 Science Contexts. **Review of Education Research**, V. 80, n.3, 2010, p. 336-371.
- COHEN, Louis, MANION, Lawrence.; MORRISON, Keith. **Research Methods in Education** (7th ed.). London and New York: Routledge Falmer, 2011.
- CORREA, Heberton Luis da Silva. (2011). Análise das capacidades argumentativas de professores de química recém formados na Universidade Federal de Minas Gerais. 2011. 124. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- DINIZ-PEREIRA, Júlio Emílio. Formação de professores da Educação Básica no Brasil no limiar dos 20 anos da LDBEN. **Notandum**, V.42, 2016, p. 139-160.
- DUSCHL, Richard; ELLENBOGEN, Kristen. Argumentation and Epistemic Criteria: Investigating Learners's Resasons for Reasons. **Educación Química**, V. 20, n.2, 2009, p. 111-118.
- DUSCHL, Richard; OSBORNE, Jonathan. Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. **Studies in Science Education**, V. 38, n.1, 2002, p. 39-72.
- ERDURAN, Simon; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, Maria Pilar. Argumentation in Science Education: An overview. In: ARGUMENTATION IN SCIENCE EDUCATION: PERSPECTIVES FROM CLASSROOM-BASED RESEARCH. Dordrecht: Springer, 2008. p. 3-27.
- EVAGOROU, Maria; DILLON, Justin. Argumentation in the Teaching of Science. In: THE PROFESSIONAL KNOWLEDGE BASE OF SCIENCE. Dordrecht: Springer, 2011. p. 189-203.
- FERNÁNDEZ, Isabel; GIL-PEREZ, Daniel; CARRASCOSA, Jaime; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de Las Ciencias**, V. 20, n.3, 2002, p. 477-488.

- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas**. Barcelona: Graó, 2010.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, Maria Pilar; PEREIRO MUÑOZ, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. **International Journal of Science Education**, V. 24, n.11, 2002, p. 1171-1190.
- KUHN, Deanna. Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Science Thinking. **Science Education**, V. 77, n.3, 1993, p. 319-337.
- MCNEILL, Katherine. Elementary Students' Views of Explanation, Argumentation, and Evidence, and Their Abilities to Construct Arguments Over the School Year. **Journal of Research in Science Teaching**, V. 48, n.7, 2011, p. 793-823.
- MCNEILL, Katherine; KATSH-SINGER, Rebecca; GONZÁLEZ-HOWARD, María; LOPER, Suzanna. Factors impacting teachers' argumentation instruction in their science classrooms. **International Journal of Science Education**, V. 38, n.12, 2016, p. 2026-2046.
- MCNEILL, Katherine; PIMENTEL, Diane Silva. Scientific Discourse in Three Urban Classrooms: The Role of the Teacher in Engaging High School Students in Argumentation. **Science Education**, V. 94, n.2, 2010, p. 203-229.
- MEC. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: SEMTEC-CNE, 2001.
- NORRIS, P.; PHILLIPS, L. M.; OSBORNE, Jonathan. Scientific Inquiry: The Place of Interpretation and Argumentation. In: **SCIENCE AS INQUIRY IN THE SECONDARY SETTING**. Arlington: National Science Teachers Association, 2008. p. 87-98.
- NRC. A Framework For K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas (T. N. A. Press Ed.). Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2012.
- OSBORNE, Jonathan. Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. **Science**, V. 328, n.5977, 2010, p. 463-466.
- OZDEM, Yasemin; ERTEPINAR, Hamide; CAKIROGLU, Jale.; ERDURAN, Simon. The Nature of Pre-service Science Teachers' Argumentation in Inquiry-oriented Laboratory Context. **International Journal of Science Education**, V. 35, n.15, 2013, p. 2559-2586.
- QUEIROZ, Salete; SÁ, Luciana Passos. O Espaço para a Argumentação no Ensino Superior de Química. **Educación Química**, V. 20, n.2, 2009, p. 104-110.
- SCHWARZ, Baruch. Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices. In: **ARGUMENTATION AND LEARNING**. Dordrecht: Springer, 2009. p. 91-126.
- TOULMIN, Stephen. **The uses of Argument**. New York: Cambridge University Press, 1958.
- WALKER, Joi Phelps; SAMPSON, Victor. Learning to Argue and Argue to Learn: Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation During a Laboratory Course. **Journal of Research in Science Teaching**, V. 50, n.5, 2013, p.561-596.

ZEMBAL-SAUL, Carla. Learning to Teach Elementary School Science as Argument. **Science Education**, V. 93, n.4, 2009, p. 687-719.

ZOHAR, Anat. Science Teacher Education and Professional Development in Argumentation. In: ARGUMENTATION IN SCIENCE EDUCATION: PERSPECTIVES FROM CLASSROOM-BASED RESEARCH. Dordrecht: Springer, 2008. p.245-268.