

DESAFIOS METODOLÓGICOS NA PESQUISA DA ARGUMENTAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

María Pilar Jiménez-Aleixandre*

Universidade de Santiago de Compostela (Espanha)

Pablo Brocos**

Universidade de Santiago de Compostela (Espanha)

RESUMO: Este artigo apresenta uma revisão crítica dos principais desafios metodológicos envolvidos na pesquisa da argumentação em ensino de ciências. Distinguimos três tipos de desafios que estão conectados: *teóricos* – como se caracteriza, como se enquadra; *metodológicos* – como se estuda, como se analisa, o que analisar, objeto deste trabalho; *didáticos* – como planejar situações de aula para promover a sua prática, como articulá-la com a aprendizagem das ciências. Identificam-se cinco tipos de desafios metodológicos: 1) o que conta como argumento; 2) o objeto de estudo e a unidade de análise; 3) a adequação das distintas ferramentas metodológicas; 4) como definir, como identificar e utilizar distintos elementos das ferramentas na pesquisa; e 5) como analisar as dimensões mais sofisticadas da argumentação.

Palavras-chave: Argumentação. Metodologia. Análise da argumentação.

*Doutora em Biologia pela Universidad Complutense de Madrid (UCM). Professor Catedrático de Ensino de Ciências Experimentais na Universidade de Santiago de Compostela (USC). Grupo RODA. E-mail: marilarj.aleixandre@usc.es.

**Licenciado em Farmácia e doutorando em Ensino de Ciências Experimentais na Universidade de Santiago de Compostela (USC). Grupo RODA. E-mail: pablo.brocos@usc.es.

DESAÍOS METODOLÓGICOS EN LA INVESTIGACIÓN DE LA ARGUMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

RESUMEN: Este artículo presenta una revisión crítica de los principales desafíos metodológicos involucrados en la investigación de la argumentación en la enseñanza de las ciencias. Distinguimos tres tipos de desafíos que están conectados: *teóricos* – cómo se caracteriza, cómo se encuadra; *metodológicos* – cómo se estudia, cómo se analiza, qué analizar, objeto de este trabajo; *didáticos* – cómo planejar situaciones de clase para promover su práctica, cómo articularla con el aprendizaje de las ciencias. Se identifican cinco tipos de desafíos metodológicos: 1) qué cuenta como argumento; 2) el objeto de estudio y la unidad de análisis; 3) la adecuación de las distintas herramientas metodológicas; 4) cómo definir, identificar y utilizar distintos elementos de las herramientas en la investigación; y 5) cómo analizar las dimensiones más sofisticadas de la argumentación.

Palabras clave: Argumentación. Metodología. Análisis de argumentación.

METHODOLOGICAL CHALLENGES IN ARGUMENTATION RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION

ABSTRACT: A critical review of methodological challenges posed by research about argumentation in science education is presented. We distinguish three types of challenges, which are interconnected: *theoretical*, how it is characterized, how it is framed; *methodological*, how it is studied and analyzed, what is analyzed, object of this paper; *didactic*, how to design classroom environments to promote its practice, how to articulate it with science learning. Five types of methodological challenges are identified: 1) what counts as argument; 2) the object of study and the unit of analysis; 3) the adequacy of different methodological tools; 4) how to define, identify and use different tools' elements in research; and 5) how to analyze sophisticated dimensions of argumentation.

Keywords: Argumentation. Methodology. Argumentation analysis.

1. INTRODUÇÃO: ENQUADRAMENTO TEÓRICO DA ARGUMENTAÇÃO NAS PRÁTICAS EPISTÊMICAS

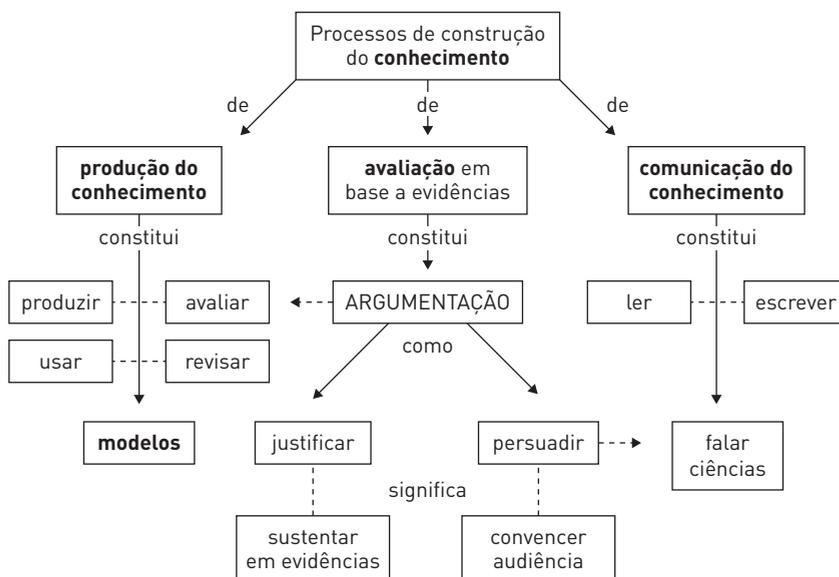
Nas duas décadas desde que se iniciou o programa de pesquisa da argumentação na didática das ciências e da argumentação em aula de ciências na Universidade de Santiago de Compostela, a argumentação converteu-se numa linha consolidada, tanto pelo aumento do número de publicações (OSBORNE; MACPHERSON; PATTERSON; SZU, 2012) quanto pelo seu impacto (LEE; WU; TSAI, 2009). Consideramos três tipos principais de desafios envolvidos na pesquisa: *teóricos*, como se caracteriza, como se enquadra; *metodológicos*, como se estuda, como se analisa, o que analisar; *didáticos*, como planejar situações de aula para promover a sua prática, como articulá-la com a aprendizagem das ciências. O nosso objetivo neste trabalho centra-se no segundo deles: revisar criticamente alguns dos desafios metodológicos envolvidos na pesquisa da argumentação em ensino das ciências. Antes de os abordar, é preciso situar brevemente a perspectiva teórica, pois ela traz consequências para a metodologia. O enquadramento teórico é necessário porquanto dele dependem as decisões metodológicas.

Como se caracteriza a argumentação? Duas caracterizações são relevantes para a didática das ciências: *avaliação* de conhecimentos à luz das provas disponíveis; e *persuasão* da audiência (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2008). Desde o ponto de vista teórico, consideramos a argumentação enquadrada nas práticas epistêmicas, ou práticas relacionadas com a construção do conhecimento científico. Gregory Kelly (2008 p. 99, tradução nossa) as define como:

Os jeitos específicos pelos quais os membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam enunciados de conhecimento dentro de um determinado contexto disciplinar [...] um aspecto importante da participação na ciência é a aprendizagem das práticas epistêmicas associadas à produção, à comunicação e à avaliação de conhecimento.¹

Dos três tipos de práticas epistêmicas propostos por Kelly (2008), produção, avaliação e comunicação do conhecimento, a argumentação corresponderia, sobretudo, ao segundo, ainda que os três estejam relacionados entre si, como se representa na Figura 1. Discutindo a cognição epistêmica, Chinn, Buckland e Samarapungavan (2011) consideram que as suas dimensões mais importantes são os seus propósitos, *standards* e critérios, além dos processos fiáveis para alcançarem objetivos epistêmicos. A avaliação do conhecimento à luz das provas constitui um desses processos.

Figura 1: A argumentação enquadrada nos processos de construção do conhecimento



Fonte: JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2011, tradução nossa.

Essa perspectiva traz consequências para o ensino. Aprender ciências supõe, entre outras coisas, aprender a construir e a avaliar explicações baseadas em evidências. A avaliação do conhecimento com base em evidências é um traço essencial do trabalho científico, sendo importante tornar explícito este processo em algum caso na aula (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2010) – em algum caso, pois pode não haver tempo em todos.

A importância das práticas relacionadas com o trabalho científico é reconhecida também no desenvolvimento curricular (*policy*). Assim, documentos recentes nos Estados Unidos (NGSS, 2013; NRC, 2012) situam as práticas científicas e da engenharia (*scientific and engineering practices*) como uma das três dimensões que articulam o ensino e a aprendizagem das ciências, junto com os conceitos transversais (*cross-cutting concepts*) e as ideias-chave disciplinares (*disciplinary core ideas*). Essa proposta estabelece como uma das oito práticas científicas participar na argumentação a partir de evidências. Na Europa, o uso de evidências e a argumentação são considerados como uma das três competências científicas que a União Europeia (EU, 2006) recomenda como eixos da aprendizagem; as outras duas são explicar fenômenos mediante modelos científicos e participar na indagação. Essas três competências ocupam também um lugar central na avaliação internacional PISA, acrônimo de Programme for International Students' Assessment (OECD, 2006).

A segunda dimensão da caracterização dos processos argumentativos é a *persuasão* da audiência. Para van Eemeren e Grootendorst (2004), o objetivo

da argumentação é convencer um crítico razoável da aceitabilidade de um ponto de vista (persuasão) mediante a apresentação de proposições que justifiquem ou refutem o ponto de vista (avaliação).

A persuasão tem um papel relevante no modelo de argumentação de Chaïm Perelman. Perelman e Olbrechts-Tyteca (1958) definem a teoria da argumentação como o estudo das técnicas discursivas que permitem provocar ou aumentar a adesão às teses propostas. Para eles, uma argumentação é mais eficaz se consegue aumentar a intensidade da adesão e mesmo criar uma disposição para a ação. Douglas Walton (2007) examina como funciona a persuasão nos argumentos da mídia, por meio da conexão entre dialética e retórica. Ainda que na didática das ciências os estudos sejam muitos mais dedicados à avaliação, autores como Berland e Reiser (2011) propõem ter em conta a tensão entre justificação e persuasão nos argumentos do alunado.

Em resumo, a argumentação está enquadrada nas práticas envolvidas na construção do conhecimento. Em consequência, as metodologias empregadas para a estudar devem ter em conta o seu carácter de prática. Consideramos que isso significa a necessidade de atenção aos processos, e não apenas aos produtos da argumentação.

A argumentação é uma prática discursiva, e a emergência dos estudos sobre argumentação reflete a atenção à racionalidade do discurso (PLANTIN, 2005). É discurso, linguagem e, portanto, utiliza ferramentas metodológicas próprias da análise do discurso (BLOOME et al., 2005; GEE, 2005).

Quais são os principais desafios metodológicos suscitados pela pesquisa da argumentação? Identificamos cinco, que distinguimos para efeitos analíticos, mas que, na prática, podem se apresentar justapostos: 1) o que conta como argumento; 2) o objeto de estudo e a unidade de análise; 3) a adequação das distintas ferramentas metodológicas; 4) como definir, como identificar e utilizar distintos elementos das ferramentas na pesquisa; e 5) como analisar as dimensões mais sofisticadas da argumentação. Discutiremos com mais detalhe o ponto 3, referente às ferramentas.

2. O QUE É QUE CONTA COMO ARGUMENTO?

O que se entende por argumento? Um estudo na aula de ciências deve, em primeiro lugar, clarificar o significado de “argumento” no marco do estudo, que nem sempre é o mesmo. Para isso, é preciso delimitar questões como estas, que não têm uma resposta única:

- a) É argumento qualquer interação discursiva ou unicamente aquelas nas quais se contrastam duas ou mais posições?
- b) É suficiente existirem duas posições para falar de argumento ou argumento é apenas o que inclui evidências ou justificações?
- c) São os argumentos enunciados ou processos?
- d) Podem os argumentos ser internos, ter lugar na mente das pessoas, ou são sempre sociais, isto é, relacionados com um contexto dialógico?

e) Quem produz os argumentos? Noutras palavras, são os argumentos produzidos por indivíduos ou podem ser produzidos por colaboração entre várias pessoas?

2.1 É argumento qualquer interação discursiva ou unicamente aquelas nas quais se contrastam duas ou mais posições?

Na nossa perspectiva, nem todas as interações discursivas ou linguísticas podem ser consideradas argumentativas, senão apenas aquelas que implicam processos de contraste entre duas (ou mais) posições ou significados, ou processos de negociação de soluções (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2015), ainda que uma das posições seja implícita. Assim, são argumentativas, por exemplo, as ações de formular conclusões, sustentá-las com evidências ou avaliar conclusões ou evidências doutros. Porém há visões que entendem argumentação de forma mais ampla. A noção de argumentação como processo de contraste entre duas posições leva à seguinte pergunta:

2.2 É suficiente existirem duas posições para falar de argumento, ou argumento é apenas o que inclui evidências ou justificações?

No nosso marco (e na tradição anglo-saxônica), um argumento deve incluir pelo menos dados (evidências) e/ou justificações, ademais da conclusão. Um simples enunciado não é considerado argumento. Concordamos com Berland e McNeill (2010) em não considerar argumentar o fato de simplesmente responder a uma pergunta ou realizar uma afirmação quando não há justificação ou raciocínio.

Na tradição francesa, consideram-se argumentativos os discursos em contextos de debate. Como indica Plantin: “do ponto de vista do diálogo, pode ser considerado como argumentativo todo discurso produzido em um contexto de debate orientado por uma questão”² (PLANTIN, 1996, p. 24, tradução nossa). Isso não significa que não se atenda às evidências. O modelo dialógico de Plantin será discutido mais adiante.

2.3 São os argumentos enunciados ou processos?

A questão aqui é se argumento é a afirmação – conclusão enunciada, opção ou solução proposta – ou se é o processo de debate e avaliação que leva a ela. Consideramos essa questão esclarecida por Kuhn e colaboradores (KUHN; UDELL, 2003; KUHN; FRANKLIN, 2006), que propõem usar o termo *argumento* para o produto, o enunciado ou o resultado de discurso razoado, e argumentação, o discurso argumentativo, para o processo dialógico social. Este ponto está estreitamente vinculado aos dois últimos.

2.4 Podem os argumentos ser internos, ter lugar na mente das pessoas, ou são sempre sociais, isto é, relacionados com um contexto dialógico?

Essa é uma das controvérsias mais debatidas na literatura e para a qual existem posições opostas (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2008).

Autores tão relevantes da perspectiva Pragma-Dialética, como van Eemeren e Grotendoorst (2004), defendem um significado restrito ao contexto social:

A argumentação é uma atividade verbal, social e racional que tem por objetivo o convencimento de um crítico razoável sobre a aceitabilidade de um ponto de vista, apresentando uma constelação de proposições as quais justificam ou refutam a proposição expressa no ponto de vista. (VAN EEMEREN; GROOTENDORST, 2004, p. 1, tradução nossa)³

Concordamos com Billig (1987), quem considera que argumento tem tanto um significado individual, de articulação de um ponto de vista, como social, de debate. Kuhn (1991) aponta a ligação entre a cadeia interna de raciocínio e o debate enfrentando distintas posições. O diálogo social oferece a oportunidade para fazer externas ou explícitas estratégias de pensamento internas. Uma detalhada discussão encontra-se no trabalho de Garcia-Mila e Andersen (2008), que assinalam que o processo de argumentar implica a possibilidade de conceber alternativas opostas, as quais precisam ser avaliadas para se alcançar uma posição justificada. Nesse sentido o processo interno individual pode também ser considerado um argumento.

Uma crítica mais radical à definição de van Eemeren e Grootendoorst (2004) e à posição Pragma-Dialética desde as ciências da linguagem é a de Christian Plantin (comunicação pessoal) para quem, embora aparentemente sublinhando os aspectos sociais, elas adotam um ponto de vista puramente individual. Para Plantin (2011), a perspectiva Pragma-Dialética parece ter em conta unicamente dois participantes, mas o social começa quando há três e aparece a mediação. Plantin (1996, 2005) define a argumentação como uma atividade dialógica, que se situa no surgimento interacional de um problema, de dois pontos de vista ou de significados não compatíveis, o que denomina a *Questão (question)*, engendrada na contradição discurso/contradiscurso, ou proposição/oposição. Este autor propõe, como consequência, três papéis ou funções (*rôles*) argumentativos: o *Proponente*, o *Oponente* e um *Terceiro*. Particularmente na aula de ciências, a situação argumentativa não é regulada simplesmente entre Proponente e Oponente, mas sim pelo Terceiro, que, neste caso, é o professor.

Por outro lado, Plantin sugere que a concepção Pragma-Dialética da racionalidade é popperiana, centrada no consenso, enquanto em ciências a discussão orienta-se à procura da explicação mais adequada (ou certa, ou da verdade). Na aula de ciências, o acordo do alunado sobre um ponto não tem valor enquanto não é ratificado pelo docente, representante do saber disciplinar. Caberia indicar que, quanto aos argumentos sociocientíficos, para os quais pode não haver uma única resposta ou solução apropriada, a situação pode ser diferente. Exemplos de uso do modelo de Plantin em pesquisas são apresentados noutra seção.

Plantin também atribui grande relevância às evidências, entendidas como razões para mudar de opinião. A presença ou não de evidências é um critério na definição do *endoxon* (discutido no item sobre ferramentas neste artigo), crença sobre a qual não pesa a carga da evidência. Vemos, pois, que há diferentes visões

sobre o que significam o individual e o social na argumentação, o que traz consequências para a pesquisa.

2.5 Quem produz os argumentos? Noutras palavras, são os argumentos produzidos por indivíduos ou podem ser produzidos por colaboração entre várias pessoas?

A nossa posição é serem possíveis ambos os casos. Um argumento pode ser individual, produzido por uma pessoa, por exemplo, em informes escritos individuais, ou ser produto de colaboração, ser coconstruído por várias pessoas, como se documenta em distintos estudos sobre argumentação na aula de ciências (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; PEREIRO, 2002).

3. QUAL DEVE SER O OBJETO DE ESTUDO? E A UNIDADE DE ANÁLISE?

A questão sobre o *que* estudar talvez seja a primeira decisão metodológica. Nessa dimensão, identificamos as seguintes questões:

- a) Qual deve ser o objeto de estudo? Argumentos ou argumentação?
- b) Estudaremos apenas a prática da avaliação, sem atender ao conteúdo, ou estudaremos a sua articulação com a aprendizagem das ciências?
- c) Qual deve ser a unidade de análise?
- d) Quais são os critérios para decidir as unidades?

3.1 Qual deve ser o objeto de estudo? Argumentos ou argumentação?

Na pesquisa da argumentação, o objeto de estudo devem ser os produtos – isto é, os *argumentos* –, os *processos de argumentação*, ou ambos?

Em coerência com as posições expressadas no item anterior, que contemplam a complementariedade entre argumentos e processos de argumentação, consideramos que tanto uns quanto outros podem ser – e na prática são – objeto de estudo na pesquisa. É necessário, em cada caso, delimitar bem o que será estudado, em função dos objetivos e das perguntas da pesquisa, e ter em conta que o desenho, a coleta de dados e a análise serão diferentes segundo se decida estudar argumentos, processos de argumentação ou ambos.

Um exemplo é o estudo de documentos escritos, sejam textos, informes ou respostas do alunado, cujo objeto é o argumento. Nesse sentido, Kelly e colaboradores (KELLY; TAKAO, 2002; KELLY; REGEV; PROTHERO, 2008) elaboraram e aplicaram ferramentas para a análise de argumentos escritos. Nas aulas de ciências, achamos particularmente relevante o estudo dos processos dialógicos de argumentação, sobre os quais se discutem exemplos na seção seguinte.

3.2 Deve-se estudar apenas a prática da avaliação sem atender ao conteúdo ou se estudar a sua articulação com a aprendizagem das ciências?

A questão é se o estudo deve apenas centrar-se na análise da prática argumentativa, na avaliação de conhecimento, sem prestar atenção ao conteúdo, ou

se deve analisar esta prática no contexto ou em conexão com a aprendizagem de conteúdos científicos. A argumentação é um domínio muito amplo, que abrange outros âmbitos distintos das ciências, por exemplo, os estudados no livro editado por Muller-Mirza e Perret-Clermont (2009), como o discurso na mídia ou em ciências sociais.

Porém, a nossa posição é a de que, na didática das ciências, os argumentos nos quais há mais interesse são os que Toulmin (1958) chama de substantivos, aqueles que demandam conhecimento do conteúdo. É preciso termos em conta que também existe argumentação nas situações da vida diária e que podemos, como propõem Bricker e Bell (2012), utilizar as competências argumentativas do alunado como ponto de partida para o desenvolvimento da argumentação em ciências. Mas isso não significa que nos interessem igualmente como objeto de estudo argumentos sem relação com conceitos, destrezas ou valores das ciências.

Assim, em ciências cremos que resulta difícil estudar a argumentação de forma isolada e, portanto, inclinamo-nos por analisar a argumentação em articulação com a aprendizagem das ciências. Isso significa, por exemplo, considerar as justificações e os conhecimentos básicos – os *backings* de Toulmin (1958) – e a sua adequação aos conhecimentos científicos, isto é, contextualizados no domínio de referência, seja conceitual, de práticas científicas ou de valores. Quanto a isso há diferenças entre as rubricas de análise, pois em muitos casos estas não incluem a qualidade do conteúdo, o que se discute mais adiante no item de ferramentas.

Podemos formular a pergunta de forma mais concreta: Pode um argumento ser considerado de boa qualidade quando está baseado num conhecimento inadequado, em ideias alternativas? Na aula de ciências, consideramos que a qualidade dos argumentos depende também de o conhecimento ser adequado.

3.3 Qual deve ser a unidade de análise? Quais são os critérios para decidir as unidades?

Essas duas questões estão relacionadas e discutem-se conjuntamente. A questão é qual deve ser a unidade da análise: por exemplo, num debate na aula, é o turno de fala, uma parte de um turno, vários turnos? Num texto escrito, são unidades de análise as frases delimitadas por pontos?

Cremos não haver uma resposta única. Os critérios para decidir a unidade de análise dependem da pergunta de pesquisa e do contexto. Assim, ao analisarmos o processo de argumentação ao longo de uma sequência didática que pode abranger até dez sessões (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUGALLO; DUSCHL, 2000; LÓPEZ; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2007), consideramos vários turnos de distintas pessoas como parte de um mesmo argumento construído em colaboração, para o qual podem, por exemplo, contribuir justificações diferentes. Porém, se a pergunta de pesquisa aborda a qualidade dos argumentos individuais, será necessário analisar separadamente os argumentos de cada pessoa. Acreditamos ser importante considerar a cooperação como um dos critérios para avaliar a qualidade da argumentação, o que não é contemplado em ferramentas como as fundamentadas em Kuhn (1991), nas quais o desafio dos argumentos do oponente é o critério para a qualidade mais alta.

Também distintas frases de um turno podem corresponder a distintos elementos de um argumento: enunciar a conclusão, sustentá-la com dados ou evidências, relacionar as evidências com a conclusão por meio de justificações, etc.

4. QUAIS SÃO AS FERRAMENTAS METODOLÓGICAS MAIS ADEQUADAS PARA ESTUDAR DISTINTAS DIMENSÕES DA ARGUMENTAÇÃO?

Uma questão central na pesquisa é a eleição da ferramenta. Nessa dimensão identificamos duas questões ou duas formas de formular a mesma pergunta: a) Quais são as ferramentas metodológicas mais adequadas para estudar distintas dimensões da argumentação? e b) Que vantagens e inconvenientes, que possibilidades oferecem determinados enfoques metodológicos?

Ainda que na literatura existam debates sobre quais são as ferramentas metodológicas mais adequadas para estudar a argumentação, cremos não haver uma “ótima” para todas as situações. Como acontece com as unidades, as ferramentas dependem da pergunta de pesquisa; conforme indica Erduran (2008), a questão é que permite fazer um determinado enfoque metodológico e como. A argumentação pode dar-se em distintos contextos discursivos (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2014), e as ferramentas, serem diferentes. É mais produtivo formular a pergunta em relação com as potencialidades das distintas ferramentas, o que se aborda a seguir.

Examinamos de forma breve algumas vantagens e inconvenientes, possibilidades oferecidas por três ferramentas, duas delas, empregadas na literatura sobre argumentação em ciências: os esquemas de Toulmin, de Walton e de Rigotti e Greco-Morasso.

4.1 Toulmin Argument Pattern (TAP)

O livro *The uses of argument*, de Stephen Toulmin (1958), é um dos mais influentes nos estudos sobre argumentação. Toulmin propõe um esquema de representação dos argumentos conhecido como *Toulmin Argument Pattern* (TAP), que compreende seis componentes: os três primeiros, essenciais; os outros três podem ser considerados auxiliares (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2009). Damos aqui as nossas próprias traduções, por julgarmos insatisfatórias as das edições em português e espanhol.

Conclusão (claim): enunciado de conhecimento que se pretende provar ou refutar. Um tipo particular de conclusões são as explicações causais; noutros contextos, a conclusão pode ser a opção escolhida ou a solução de um problema.

Evidências (ou dados): Toulmin (1958) fala de *data*; evidência seria *evidence*, termo utilizado pela maior parte dos autores. Evidência é a observação, o fato ou o experimento a que se apela para avaliar o enunciado. Para nós, é a sua função na avaliação o que faz que consideremos *evidência* um dado. Dados e evidências podem ser de distintos tipos, por exemplo, primários, isto é, obtidos pelo alunado numa situação experimental, ou secundários, fornecidos pelo professor ou pela professora.

Justificação (warrant): enunciado que conecta conclusão e evidências. Segundo Toulmin (1958, p. 98, tradução nossa), o seu papel é “mostrar que, tendo esses dados como ponto de partida, o passo para a conclusão é adequado e legítimo”⁴. Alguns autores, seguindo McNeill e Krajcik (2012), chamam a essa conexão *raciocínio (reasoning)* e o concebem, sobretudo, como o uso de ideias ou princípios científicos para explicar a relação entre conclusão e evidências. Nós consideramos que as justificações podem também ser ideias científicas, isto é, conhecimentos teóricos ou de outras dimensões, por exemplo, valores.

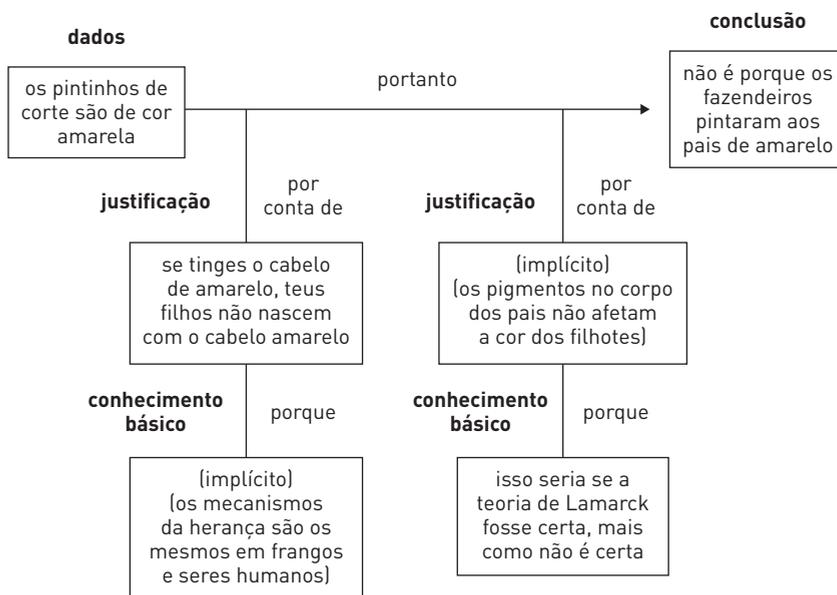
Conhecimento básico ou respaldo (backing): sustenta a justificação, apelando, por exemplo, a teorias. Entendemos que também há respaldos em valores.

Qualificadores modais (qualifiers): expressam o grau de certeza ou incerteza do argumento, como “provavelmente” ou “talvez”.

Refutação (rebuttal): segundo Toulmin (1958), é o reconhecimento das restrições ou exceções à conclusão. Porém, seguindo Kuhn (1991) e Erduran, Simon e Osborne (2004), quanto aos debates em que se enfrentam duas posições opostas, entende-se por refutação a crítica às evidências ou às justificações do oponente.

Um argumento sobre a explicação de por que os pintinhos de corte são de cor amarela (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUGALLO; DUSCHL, 2000) representa-se no formato de Toulmin (1958) na figura 2. O argumento, coconstruído em cooperação por duas alunas, defende que a causa é genética (parte não representada), e não porque os fazendeiros pintaram os pais de amarelo. Entre parênteses, representamos componentes implícitos nesse fragmento de transcrição, ainda que mais tarde possam se fazer explícitos.

Figura 2: Argumento sobre a cor dos pintinhos em formato de Toulmin (1958)



Fonte: JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2000, tradução nossa.

Potencialidades: segundo Toulmin (1958), o TAP representa um argumento “prático” ou “substantivo”, mais que um argumento que segue os esquemas da lógica formal, como aconteceria das premissas à conclusão; daí a sua utilidade para o propósito de estudar a argumentação como se pratica na linguagem. Enquanto a lógica formal pode ser adequada para analisar conhecimento estabelecido, esta natureza prática faz do TAP uma ferramenta útil para analisar discurso em situações em que se produz (ou se reconstrói) novo conhecimento, como laboratórios ou aulas de ciências. O modelo de Toulmin (1958) centra-se na função dos argumentos para justificar enunciados, situando a sua validade na coerência da justificação.

O TAP tem a vantagem de incorporar alguns aspectos relevantes da argumentação (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2015), por exemplo:

- Os argumentos implicam tanto sustentar posições como as criticar, por exemplo, por meio das refutações. Recentemente, aumentou a atenção da pesquisa a esta dialética entre construção e crítica de enunciados (FORD, 2008).

- As normas e os critérios do raciocínio podem ser dependentes do campo disciplinar, por exemplo, justificações e conhecimento básico.

- As conclusões derivadas do raciocínio podem ser qualificadas, por exemplo, mediante os qualificadores.

Quanto às críticas ao modelo de Toulmin (1958), um problema é a dificuldade para distinguir na prática entre dados e justificação. Segundo Duschl (2008), a análise argumentativa deve se centrar nos critérios epistêmicos, mas o TAP não é efetivo para clarificar “o que é que conta como” dados, justificações etc., isto é, os elementos dependentes do conteúdo. Por outro lado, assinalam-se também as dificuldades para capturar a argumentação dialógica mediante esse esquema. Por isso, autores como Duschl (2008) propõem utilizar os esquemas de Walton (1996) para situações dialógicas.

Para Kelly e Takao (2002), as categorias do TAP são ambíguas e não consideram o *status* epistêmico dos distintos enunciados de conhecimento. A ferramenta desses autores é apresentada noutra seção.

4.2 Perspectiva dialética de Douglas Walton

As contribuições de Walton (1989, 1996, 2007) e o seu enfoque dialético, que contempla o argumento como parte de um diálogo interativo entre duas ou mais pessoas, são relevantes para o estudo da argumentação em situações dialógicas, como os debates na aula de ciências. Walton (1989) assinala que, para analisar o discurso argumentativo, especialmente sobre questões controversas, quem pesquisa deve estar preparado para desemaranhar a linha central da argumentação de longas interações entre duas ou mais pessoas, assim como para resolver vaguidades ou ambiguidades. No seu livro sobre o raciocínio baseado em suposições (*presumptive*), como noção prática que permite continuar um diálogo sobre uma base provisória, Walton (1996) propõe uma série de esquemas para distintas situações, dos quais apresentamos dois exemplos: argumentos de especialista e diferentes compromissos.

Esquema de argumentos da opinião de especialista: Walton (1996) sugere cinco pontos a ter em conta, dos que retemos três:

- É a pessoa um autêntico especialista no campo?
- É a sua proposição consistente com as de outros especialistas?
- É a sua proposição consistente com as evidências?

Walton (1996) sugere também uma distinção entre proposições ou compromissos explícitos dos participantes (*light side*) e proposições ou compromissos implícitos (*dark side*), não conhecidos ou não visíveis para todos os participantes.

Em pesquisa sobre argumentos do alunado acerca da maré negra do Prestige (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; AGRASO; EIREXAS, 2004), esses dois esquemas foram utilizados para analisar o modo como não se dava credibilidade aos argumentos de uma cientista contratada pela federação de proprietários de navios petroleiros.

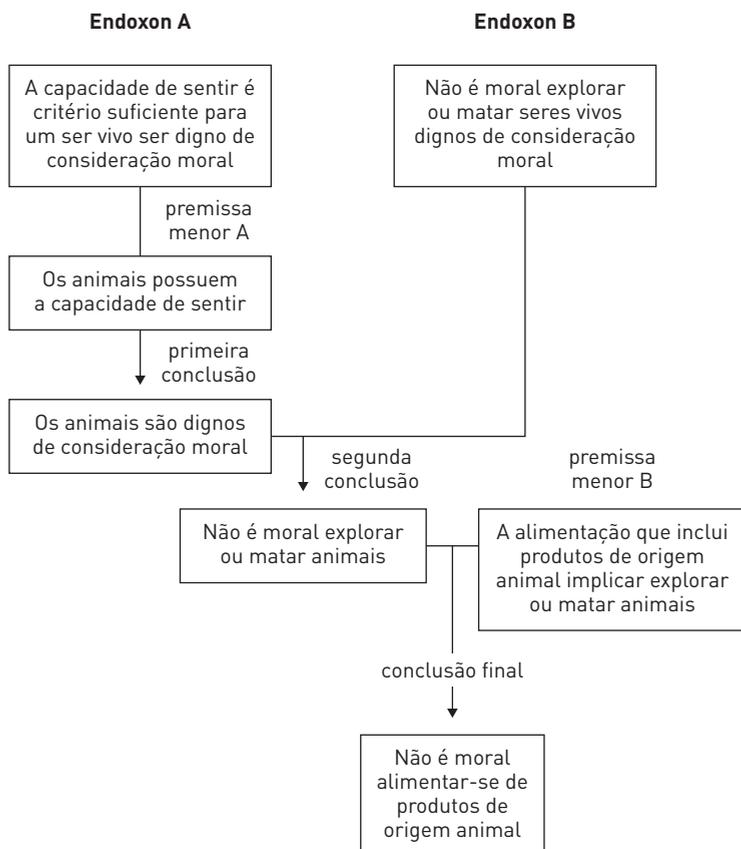
Os esquemas de Walton (1996) têm, pois, a potencialidade de ser úteis para analisar diálogos em sala de aula. Têm, porém, uma dificuldade: a sua variedade, que faz mais complexas as comparações entre estudos que utilizam diferentes esquemas.

4.3 Argumentum Model of Topics (AMT) de Rigotti e Greco-Morasso

Rigotti e Greco-Morasso (2009) propõem para analisar argumentos em ciências sociais e mídia o *Argumentum Model of Topics* (AMT), baseado em elementos tomados de Aristóteles: premissas, sejam explícitas ou implícitas, *endoxa* e conclusões. *Premissas* são as proposições nas quais se apoia a conclusão, de modo que a avaliação da solidez de um argumento é um juízo sobre as premissas sustentarem ou não a conclusão. *Endoxa* (no singular *endoxon*) são proposições que se consideram aceitas pela audiência – no caso da mídia, o público – ou pelos especialistas, opiniões geralmente aceitáveis e as quais não seria necessário apoiar com evidências. A *conclusão* é definida de forma similar a outras ferramentas. Também Walton (2007), analisando argumentos na mídia, indica que as suas premissas podem estar baseadas em *endoxa*, isto é, o que o proponente supõe que são crenças ou compromissos da audiência. É necessário indicar que desde Aristóteles aceita-se que, em alguns argumentos, há premissas que podem ser implícitas.

Creemos que o AMT pode ser apropriado para a análise de argumentos sobre questões sociocientíficas, ou sobre algumas dimensões destas, como as éticas. Enquanto no esquema de Toulmin (1958) a ênfase é nas evidências e nas justificações, no AMT, é nas crenças compartilhadas. A figura 3 representa, com o esquema AMT, um argumento sobre a dimensão moral do dilema dieta omnívora / dieta vegetariana ou vegana.

Figura 3: Argumento sobre a dimensão moral do dilema da dieta



Fonte: Elaboração pelos autores deste artigo.

A argumentação sobre esse dilema, objeto da tese de doutorado do segundo autor deste artigo compreende diferentes dimensões, desde científicas, nutricionais e relacionadas com a ecologia até éticas, econômicas ou culturais. O argumento representado na figura 3 aborda apenas a dimensão ética e está baseado em dois *endoxa*, dos quais um, o B (“Não é moral explorar ou matar seres dignos de consideração moral”), pode se considerar compartilhado pela maior parte do público ou da audiência. No entanto, o *endoxon A* (“A capacidade de sentir é critério suficiente para um ser vivo ser digno de consideração moral”) é aceito pela comunidade vegana, mas provavelmente não pela maioria da população.

Este exemplo ilustra as potencialidades do AMT para analisar argumentos nos quais as dimensões de valores têm relevância. Cremos que também é uma ferramenta útil para a análise dos argumentos na mídia.

5. COMO DEFINIR E UTILIZAR OS DISTINTOS ELEMENTOS DAS FERRAMENTAS, COMO IDENTIFICÁ-LOS NO DISCURSO DA AULA?

Um desafio de caráter mais prático é como definir e utilizar os distintos elementos das ferramentas, que critérios utilizar para identificá-los no discurso da aula. Nesta dimensão abordamos duas questões:

- a) Devem considerar-se parte de um argumento os elementos implícitos ou unicamente os explícitos?
- b) É necessário ou possível distinguir entre dados / evidências e justificações?

5.1 Devem considerar-se parte de um argumento os elementos implícitos ou unicamente os explícitos?

Nós consideramos que também os elementos implícitos podem ser parte de um argumento; como indica Toulmin (1958), podem corresponder a ideias compartilhadas com a audiência as quais não é preciso fazer explícitas. No exemplo do argumento da figura 2, sobre a cor dos pintinhos de corte, o conhecimento básico dos mecanismos da herança serem os mesmos em humanos e frangos está suportando a justificação. Assim é entendido por outro grupo, que propõe como explicação da cor o fato de comerem milho amarelo e que critica as alunas por “compararem os frangos com as pessoas”. É necessário, porém, ter cautela, pois “implícito” não é qualquer elemento que não está presente no discurso, senão apenas os que se deduzem dos elementos presentes.

5.2 É necessário ou possível distinguir entre dados / evidências e justificações?

Consideramos que é necessário distinguir entre dados e justificações. Um exemplo é o pêndulo de Foucault, uma das provas canônicas da rotação da Terra: com base no dado de que o plano de oscilação do pêndulo parece girar, chega-se à conclusão de que é a Terra que gira. Porém: constituiria isso uma evidência para o alunado, isto é, contaria como evidência? Sem a justificação de que o pêndulo oscila sempre no mesmo plano, sustentada no conhecimento das leis do pêndulo, cremos que o alunado pode aceitar a rotação da Terra pela autoridade do docente, mais que pelos dados.

Assim, devem considerar-se os conhecimentos básicos como elementos diferentes das justificações? Alguns autores agrupam dados, justificações e conhecimento básico em uma só categoria: *evidence* para Erduran, Simon e Osborne (2004) ou “componentes de justificação” para Sampson e Clark (2008). A razão do agrupamento pode ser a dificuldade, já assinalada por Toulmin (1958), de distinguir em alguns casos dados de justificações. Cremos que esse agrupamento pode ser problemático e que, especialmente no contexto de explicações causais, a distinção é necessária.

Sobre a caracterização de “evidência”, Koslowski e colaboradores (2008) consideram que a informação se converte em evidência quando é incorporada a um esquema causal, um critério interessante, ainda que dificilmente aplicável a contextos distintos das explicações causais.

Nessa dimensão do uso prático das ferramentas, é também necessário ter em conta como diferentes instrumentos de coleta de dados (gravação de aulas, questionários, produtos escritos) influenciam a pesquisa. Por exemplo, a identificação de elementos num texto escrito e num debate suscitam desafios muito diferentes. Uma questão é a possibilidade de estudar a argumentação mediante questionários. Ao entendermos a argumentação como prática, não consideramos muito produtivo o uso de questionários para a estudar, exceto no caso de estudos preliminares, combinados com outros métodos e sempre tendo em conta as suas limitações.

6. COMO ANALISAR DIMENSÕES MAIS SOFISTICADAS DA ARGUMENTAÇÃO?

Entre as dimensões mais sofisticadas da argumentação podem se citar a qualidade da argumentação e dos argumentos, o status epistêmico dos enunciados (KELLY; TAKAO, 2002), o metachecimento sobre argumentação, as conexões com a aprendizagem de modelos (MENDONÇA; JUSTI, 2014), a eficácia de distintas estratégias de instrução em promover uma argumentação de qualidade, a dialética entre justificação e crítica (FORD, 2008), o papel das emoções (PLANTIN, 2011). Por motivos de limites de extensão deste artigo, não abordamos todos eles.

Entre os referenciais para o estudo da qualidade da argumentação, podemos citar Berland e McNeill (2010) e a revisão de Sampson e Clark (2008). Sampson e Clark (2008) identificam três questões focais na avaliação dos argumentos: 1) a sua estrutura ou complexidade, os seus componentes; 2) o seu conteúdo, isto é, a sua adequação do ponto de vista científico; 3) a natureza da justificação, como se sustentam ideias ou conclusões. Os autores distinguem entre componentes de informação, como os dados, e processos de pensamento, como o raciocínio ou a justificação, porém, como se indicou antes, aglutinam dados, justificações, conhecimentos básicos e mesmo qualificadores como “componentes de justificação”, uma agregação que nos parece problemática.

Berland e McNeill (2010), numa proposta de progressão de aprendizagem, distinguem três dimensões e, em cada uma delas, distintos graus de complexidade: 1) o *contexto instrucional* compreende aspectos como: 1a) problema fechado ou aberto (com muitas respostas potenciais), 1b) conjunto de dados pequeno, grande ou definido pelo alunado, 1c) grau de apoio (*scaffolding*); 2) o *produto argumentativo* compreende aspectos como: 2a) de conclusões simples a conclusões defendidas com evidências e raciocínio, 2b) conclusões opostas refutadas ou não; 3) o *processo argumentativo* compreende dois aspectos: 3a) em que medida as conclusões são defendidas, questionadas, avaliadas e revisadas, 3b) em que medida a participação do alunado é espontânea.

Um esquema de especial interesse é o de Kelly e Takao (2002), que analisam o *status* epistêmico – isto é, mais próximo dos dados ou mais próximo das teorias – dos distintos enunciados de conhecimento que formam parte de um argumento, noutras palavras, o grau de menor ou maior abstração. Concordamos

com essa proposta e consideramos que as justificações podem ter um *status* epistêmico intermediário entre os dados e as conclusões teóricas. Kelly e Takao (2002) propõem uma ferramenta que considera distintos níveis epistêmicos e que tem o interesse de ser específica para cada contexto disciplinar, como tectônica de placas, genética ou ecologia, de modo que permita uma análise combinada da qualidade da argumentação e do conteúdo científico.

Na comunidade francesa de didática de ciências, usam-se ferramentas das ciências da linguagem, como o modelo cognitivo-linguístico de Grize, que considera a construção de objetos de discurso por esquematização. Plantin (2005) define a argumentação como uma atividade dialógica, situada na interação de dois pontos de vista, o que denomina a *Questão*. Propõe três papéis argumentativos, aos quais correspondem três discursos: ao *Proponente*, o discurso de proposição; ao *Oponente*, o discurso de oposição; e a um *Terceiro*, o discurso da dúvida ou do questionamento. Segundo Plantin (2005), esses papéis não são fixos, podendo ser adotados por participantes diferentes, seja conjuntamente, por vários atores (indivíduos) que compartilham um papel, por exemplo, o de proponente, seja intercambiando os papéis.

Uma contribuição original de Plantin (2011) é fazer notar o papel das emoções no raciocínio argumentativo. Ele critica a crença comum de serem emoção e razão entidades opostas e, em particular, de que a prática da argumentação deve se desfazer das emoções. Para o autor, no discurso autêntico, razão e emoção são inseparáveis, pois a emoção é um produto do discurso, uma prática linguística, sem que isso signifique que tem um *status* superior.

A tese de doutoramento de Claire Polo (2014), dirigida por Plantin, Lund e Niccolai, analisa o papel das emoções em uma argumentação sobre água potável em três contextos de países diferentes, México, França e Estados Unidos. Polo (2014) mostra como a posição emocional construída por cada grupo enquadra de distinta forma a questão, que, em um contexto, é de vida ou morte – como se reflete no uso do pronome “nós” revelando uma proximidade por identificação –, enquanto noutro é algo que concerne aos “outros”. Para Polo (2014) a construção da posição emocional orienta a argumentação e tem consequências na conclusão argumentativa.

No nosso estudo da argumentação sobre a dieta vegetariana *versus* a onívora, pretendemos abordar a influência do metaconhecimento sobre argumentação, por exemplo, o conhecimento sobre qual é a natureza da argumentação, qual é o seu papel na construção do conhecimento ou que critérios são relevantes para construir (e, no caso, avaliar e revisar) um bom argumento. A avaliação do conhecimento inclui compartilhar critérios epistêmicos sobre por que uma explicação é melhor entre as demais.

OBSERVAÇÕES FINAIS

A argumentação no ensino e na aprendizagem das ciências é um campo de estudo que se foi ampliando nas últimas décadas e que pode iluminar a forma

como o alunado se apropria das formas de trabalhar das ciências. Temos ainda muito que aprender sobre esses desafios didáticos, isto é, como promover na aula a prática da argumentação. Porém, sendo relevantes as contribuições da pesquisa em argumentação, não devemos crer que esta (como outras linhas de estudo anteriores) pode solucionar todos os problemas da aprendizagem das ciências.

Estamos de acordo com McDonald e Kelly (2012) quanto à necessidade de prestar atenção a outras formas de discurso de aula distintas da argumentação, ampliando, portanto, as perspectivas em termos da construção de significados científicos, acerca do que “conta” como evidência ou explicação. Noutras palavras, um dos discursos na aula de ciências é o argumentativo, mas há outros aos quais devemos atender para uma visão mais adequada da complexidade dos desafios suscitados no ensino de ciências.

AGRADECIMENTOS

Ao projeto EDU2012-38022-C02-01, financiado pelo MINECO (Espanha), do qual este trabalho faz parte. A Christian Plantin, pelas interessantes discussões sobre o significado da argumentação social e o papel das emoções. A Silvia Frateschi Trivelato e Rosária Justi, pelas sugestões linguísticas à primeira versão do artigo.

NOTAS

¹ “The specific ways members of a community propose, justify, evaluate, and legitimize knowledge claims within a disciplinary framework [...] an important aspect of participating in science is learning the epistemic practices associated with producing, communicating, and evaluating knowledge.” (KELLY, 2008, p. 99)

² “Du point de vue du dialogue, peut être considéré comme argumentatif tout discours produit dans un contexte de débat orienté par une question.” (PLANTIN, 1996, p. 24).

³ “Argumentation is a verbal, social and rational activity aimed at convincing a reasonable critic of the acceptability of a standpoint by putting forward a constellation of propositions justifying or refuting the proposition expressed in the standpoint.” (VAN EEMEREN; GROOTENDORST, 2004, p. 1)

⁴ “[...] to show that, taking these data as a starting point, the step to the original claim or conclusion is an appropriate and legitimate one.” (TOULMIN, 1958, p. 98)

REFERÊNCIAS

BERLAND, L. K.; MCNEILL, K. L. A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, v. 94, n. 5, p. 191-216, 2010.

- BERLAND, L. K.; REISER, B. Classroom communities' adaptation of the practice of scientific argumentation. *Science Education*, v. 95, n. 2, p. 473-498, 2011.
- BILLIG, M. *Arguing and thinking: A rhetorical approach to social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
- BLOOME, D.; CARTER, S.; CHRISTIAN, B.; OTTO, S.; SHUART-FARIS, N. *Discourse analysis and the study of classroom language and literacy events: A Microethnographic approach*. Mahwah, NJ: Erlbaum, 2005.
- BRICKER, L. A.; BELL, P. Argumentation and reasoning in life and in school: Implications for design of school science learning environments. In: KHINE, M. S. (Ed.). *Perspectives on scientific argumentation: Theory, practice and research*. Dordrecht: Springer, 2012, p. 117-133.
- CHINN, C. A.; BUCKLAND, L. A.; SAMARAPUNGAN, A. Expanding the dimensions of epistemic cognition: Arguments from philosophy and psychology. *Educational Psychologist*, v. 46, n. 3, p. 141-167, 2011.
- DUSCHL, R. A. Quality argumentation and epistemic criteria. In: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.) *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008, p. 159-175.
- ERDURAN, S. Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.) *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008, p. 47-69.
- ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPPING into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.
- EUROPEAN UNION – EU. Recommendation of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning. *Official Journal of the European Union*, 30-12-2006, L 394/10-L 394/18.
- FORD, M. 'Grasp of practice' as a reasoning resource for inquiry and nature of science understanding. *Science & Education*, v. 17, n. 2-3, p. 147-177, 2008.
- GARCIA-MILA, M.; ANDERSEN, C. Cognitive foundations of learning argumentation. In: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.) *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008, p. 29-45.
- GEE, J. P. *An introduction to discourse analysis: Theory and methods*. London: Routledge, 2005.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *10 Ideas clave*. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó, 2010.
- _____. Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en Biología y Geología. In: P. CAÑAL (Ed.). *Didáctica de la Biología y la Geología*. Barcelona: Graó, 2011, p. 129-149.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: An overview. In: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.) *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008, p. 3-27.
- _____. Argumentation. In: GUNSTONE, R. (Ed.) *Encyclopedia of Science Education*. Dordrecht: Springer, 2015, p. 54-59.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PEREIRO, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24(11), p. 1171-1190, 2002.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; AGRASO, M. F.; EIREXAS, F. *Scientific authority and empirical data in argument warrants about the Prestige oil spill*. Trabalho apresentado na National Association for Research in Science Teaching (NARST) Annual Meeting. Vancouver, April 2004.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO, A.; DUSCHL, R. A. "Doing the lesson" or "doing science": Argument in High School Genetics', *Science Education*, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.

- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; GALLÁSTEGUI OTERO, J. R.; EIREXAS SANTAMARÍA, F.; PUIG MAURIZ, B. *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias*. Santiago de Compostela: Danú [Há edições em galego e inglês], 2009. Disponível em: <www.rodausc.eu>. Acesso em: 5 out. 2015.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P.; PUIG, B.; BRAVO, B.; CRUJEIRAS, B. *The role of discursive contexts in argumentation*. Trabalho apresentado na NARST Annual Meeting, Pittsburgh, PA, March 30 - April 2, 2014.
- KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. In: DUSCHL, R.; GRANDY, R. (Eds.). *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers, 2008, p. 99-117.
- KELLY, G. J.; TAKAO, A. Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, v. 86, n. 3, p. 314-342, 2002.
- KELLY, G. J.; REGEV, J.; PROTHERO, W. Analysis of lines of reasoning in written argumentation. In: ERDURAN, S. M.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Eds.). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008, p. 137-159.
- KOSLOWSKI, B.; MARASIA, J.; CHELENZA, M.; DUBLIN, R. Information becomes evidence when an explanation can incorporate it into a causal framework. *Cognitive Development*, v. 23, n. 4, p. 472-487, 2008.
- KUHN, D. *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.
- KUHN, D.; FRANKLIN, S. The second decade: What develops (and how)? In: DAMON, W.; LERNER, R. M. (Series Eds.), KUHN, D.; SIEGLER, R. (Vol. Eds.), *Handbook of child psychology: Vol 2. Cognition, perception, and language*. 6 ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2006, p. 953-993.
- KUHN, D.; UDELL, W. The development of argument skills. *Child Development*, v. 74, n. 5, p. 1245-1260, 2003.
- LEE, M. H.; WU, Y. T.; TSAI, C. C. Research trends in science education from 2003 to 2007: A content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education*, v. 31, n. 15, p. 1999-2020, 2009.
- LÓPEZ, R.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. ¿Podemos cazar ranas? Calidad de los argumentos de alumnado de primaria y desempeño cognitivo en el estudio de una charca. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 25 n. 3, p. 309-324, 2007.
- MCDONALD, S. P.; KELLY, G. J. *Beyond argumentation: Sense-making discourse in the science classroom*. In: KHINE, M. S. (Ed.). *Perspectives on scientific argumentation*. Dordrecht: Springer, 2012, p. 265-281.
- MCNEILL, K. L.; KRAJCIK, J. *Supporting grade 5-8 students in constructing explanations in science*. The claim, evidence and reasoning framework for talk and writing. Boston: Pearson, 2012.
- MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. An instrument for analyzing arguments produced in modeling-based chemistry lessons. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 51, n. 2, p. 192-218, 2014.
- MULLER-MIRZA, N.; PERRET-CLERMONT, A. N. (Orgs.). *Argumentation and education: Theoretical foundations and practices*. Dordrecht: Springer, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *A framework for K-12 science education: Practices, cross-cutting concepts and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.
- NGSS. *New Generation Science Standards: For States, by States*. Washington, DC: The National Academies Press, 2013.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: Author, 2006
- OSBORNE, J.; MACPHERSON, A.; PATTERSON, A.; SZU, E. Introduction. In: KHINE, M. S. (Ed.) *Perspectives on scientific argumentation*. Dordrecht: Springer, 2012, p. 3-15.
- PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. *Traité de l'argumentation*. La nouvelle rhétorique. Bruxelles: Éditions de l'Université de Bruxelles, 1958.
- PLANTIN, C. *L'argumentation*. Paris: Seuil, 1996.
- _____. *L'Argumentation*. Histoire, théories et perspectives. Paris: Presses Universitaires de France, 2005.

- _____. *Les bonnes raisons des émotions*. Berne: Peter Lang, 2011.
- POLO, C. *L'eau à la bouche: ressources et travail argumentatif des élèves lors de débats socio-scientifique sur l'eau potable*. 2014. 464 f. Tese (Doutorado em Ciências da Educação) – Ecole Doctorale 485 – Education Psychologie Information et Communication, Université Lumière Lyon 2, Lyon, França. 2014.
- RIGOTTI, E.; GRECO-MORASSO, S. Argumentation as an object of interest and as a social and cultural resource. In: MULLER-MIRZA, N.; PERRET-CLERMONT, A. N. (Eds.), *Argumentation and education. Theoretical foundations and practices*. Dordrecht: Springer, 2009, p. 9-66.
- SAMPSON, V.; CLARK, D. B. Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*, v. 92, n. 3, p. 447-472, 2008.
- TOULMIN, S. E. *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press, 1958.
- VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R. *A systematic theory of argumentation: the pragma-dialectical approach*. New York: Cambridge University Press, 2004.
- WALTON, D. N. *Informal logic: a handbook for critical argumentation*. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.
- _____. *Argumentation schemes for presumptive reasoning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 1996.
- _____. *Media argumentation: Dialectic, persuasion and rhetoric*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.