

Argumentação na educação em Ciências: algumas questões metodológicas para o debate

Marina Martins¹

Fabrizio Macagno²

Resumo: Neste ensaio, discutimos alguns aspectos metodológicos sobre a argumentação na Educação em Ciências, especificamente: o emprego dos conceitos argumentação como produto e como processo por alguns pesquisadores; a ênfase dada à argumentação como produto nas pesquisas; e o uso de determinados instrumentos de coleta de dados para analisar e avaliar a argumentação de alunos e professores. A partir disso, apresentamos e avaliamos dois referenciais fundamentados na teoria do diálogo que possuem potencial para analisar a argumentação como processo de professores e alunos de Ciências. Os resultados indicam i) que os conceitos argumentação como produto e como processo estão sendo empregados inadequadamente por alguns pesquisadores de nosso campo, ii) que a existência de algumas controvérsias envolvendo a argumentação pode estar relacionada à sua investigação, principalmente, como produto a partir do uso de ferramentas coerentes ou não com esse propósito e/ou ao tipo de instrumento de coleta de dados utilizado, iii) que há necessidade de pesquisas que investiguem o processo argumentativo, e iv) que adaptar referenciais fundamentados na teoria do diálogo pode ser um caminho promissor para analisar o processo argumentativo.

Palavras-chave: Argumentação na Educação em Ciências. Ferramentas Analíticas. Teoria do Diálogo.

Argumentation in Science Education: debating some methodological issues

Abstract: In this essay, we discuss some methodological aspects about argumentation in Science Education, namely: the use of concept argument-as-product and argument-as-process by some researchers; the emphasis has given to argument-as-product on researches; and the use of certain data collection instruments to analyze and evaluate students and teachers' argumentation. From this, two dialogue theory tools that have potential to analyze students and teachers' argument-as-process are presented, discussed, and evaluated. The results indicate: i) that some researchers in the area of Education in Sciences have used inappropriately the concepts of argument-as-product and argument-as-process, ii) that the existence of some controversies involving the argumentation may be related to its investigation, mainly, as a product based on the use of tools coherent or not with this purpose and/or the type of data collection instrument used, iii) the need for research that investigates the argument-as-process, and iv) the adaptation of dialogue theory tools as a promising way of analyzing the argument-as-process.

Keywords: Argumentation in Science Education. Analytical Tools. Dialogue Theory.

Argumentación en Educación Científica: algunas cuestiones

¹ Doutora em Educação. Professora do Centro de Formação de Professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Bahia, Brasil. ✉ marinamartins@ufrb.edu.br  <https://orcid.org/0000-0002-8659-8167>

² Doutor em Linguística. Professor do Instituto de Filosofia da Universidade Nova de Lisboa (NOVA). Lisboa, Portugal. ✉ fabrizio.macagno@fcs.unl.pt  <https://orcid.org/0000-0003-0712-421X>

metodológicas para el debate

Resumen: En este ensayo discutimos algunos aspectos metodológicos de la argumentación en la Educación Científica, específicamente: el uso de conceptos de argumentación como producto y como proceso por parte de algunos investigadores; el énfasis dado a la argumentación como producto de la investigación; y el uso de ciertos instrumentos de recolección de datos para analizar y evaluar la argumentación de estudiantes y docentes. En base a eso, presentamos y evaluamos dos referencias basadas en la teoría del diálogo que tienen el potencial de analizar la argumentación como un proceso de profesores y estudiantes de ciencias. Los resultados indican i) que los conceptos argumentación como producto y como proceso están siendo utilizados de manera inapropiada por algunos investigadores de nuestro campo, ii) que la existencia de algunas controversias de argumentación puede estar relacionada con su investigación, principalmente como un producto basado en el uso de herramientas coherentes o no para este propósito y/o el tipo de instrumento de recolección de datos utilizado, iii) la necesidad de investigación el proceso argumentativo, y iv) que adaptar referencias basadas en la teoría del diálogo puede ser una forma prometedora de analizar el proceso argumentativo.

Palabras clave: Argumentación en la Educación Científica. Herramientas Analíticas. Teoría del Diálogo.

Introdução

O interesse em se pesquisar a relação entre argumentação e Educação em Ciências tem aumentado nos últimos vinte anos (ALBE, 2008; DUSCHL, 2017; LOPES; RODRIGUES, 2020; OSBORNE et al., 2004). Como resultado, diferentes métodos foram utilizados, adaptados ou desenvolvidos nesta área para compreender a argumentação de alunos e professores, por exemplo os propostos por Toulmin (1958), van Eemeren e Grootendorst (2004), Erduran et al. (2004), Walton (2006), Albe (2008), Souza e Queiroz (2018), entre outros. Em tais métodos, o ato de argumentar pode ser visto de duas maneiras: como produto ou como processo.

A argumentação como produto compreende a elaboração de uma série de proposições em que uma conclusão é inferida a partir de premissas. Por outro lado, argumentação como processo envolve principalmente os processos sociais e dialógicos em que dois ou mais indivíduos se engajam construindo e/ou criticando argumentos e outros tipos de enunciados (NIELSEN, 2013; VAN EEMEREN; GROOTENDORST, 2004; WALTON, 2006).

Dependendo de como as ideias de argumentação são apresentadas, o pesquisador pode entendê-las como produto que envolve apenas os núcleos dos argumentos (isto é, uma série de proposições em que uma conclusão é inferida de premissas). Porém, as sequências de argumentos também fazem parte desse conceito (NIELSEN, 2013).

Os núcleos dos argumentos são analisados principalmente a partir das estruturas

analíticas, como o Padrão de Argumentação de Toulmin (1958) (TAP, no inglês), e as de Kelly e Takao (2002), Jiménez-Aleixandre e Pereiro (2002), Lawson (2003), Sandoval e Millwood (2005) e Martins e Justi (2017). Muitas dessas estruturas se fundamentam no, ou em aspectos do, TAP. Essa forma de análise tende a contribuir para representar a argumentação dos sujeitos, mas de maneira atemporal, abstrata e passiva (NIELSEN, 2013).

Por outro lado, as sequências de argumentos consistem em uma série ordenada de atos de fala trocados entre os participantes. Esse modo de análise pode contribuir para que o analista compreenda quando e quem falou, bem como a dinâmica de construção e avaliação de argumentos (NIELSEN, 2013). Porém, elas são ontologicamente distintas da argumentação como processo, uma vez que as sequências de argumentos são objetos passivos, enquanto àquela é uma atividade que é constantemente negociada e desenvolvida pelos interlocutores durante sua interação. Nessa perspectiva, a análise do processo argumentativo deve ir além dos atos verbais relacionados especificamente com o produto da argumentação (por exemplo, “contra”, “refutar”, “esclarecer” ideias e argumentos). Para isso, deve-se utilizar instrumentos analíticos e de coletas de dados coerentes com esse propósito.

Considerando que tais conceitos e os modos como elas são empregados e enfatizados nas pesquisas podem gerar implicações para nossa área; neste ensaio, buscamos problematizar:

- i. o emprego dos conceitos argumentação como produto e argumentação como processo por alguns pesquisadores da área da Educação em Ciências;
- ii. a ênfase dada à argumentação como produto nas pesquisas de nosso campo; e
- iii. o uso de determinados instrumentos de coleta de dados para analisar e avaliar a argumentação de alunos e professores de Ciências.

A partir de tais problematizações, apresentamos e avaliamos dois referenciais fundamentados na teoria do diálogo que possuem potencial para analisar a argumentação como processo de professores e alunos de Ciências. Julgamos que todas essas ações podem suscitar questões que podem contribuir com avanços para a área de Educação em Ciências.

Uso do TAP e de suas adaptações para analisar argumentação como processo

Uma das ferramentas mais utilizadas na área de Educação em Ciências para analisar argumentação é o TAP (TOULMIN, 1958), conforme apontado por pesquisadores como Nielsen (2013) e Santos e Sedano (2020). Há algum tempo, pesquisadores têm buscado utilizar o TAP para analisar o processo argumentativo, porém alguns autores têm apontado alguns problemas (por exemplo, JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2000; KELLY et al., 1998). Isso porque, além das limitações relativas às dificuldades de distinguir os elementos constituintes de um argumento (CLARK; SAMPSON, 2007a; ERDURAN et al., 2004), o TAP não contribui para o analista entender os movimentos dialógicos. Por isso, pesquisadores têm adaptado o TAP ou o conjugado a outra(s) ferramenta(s).

A adaptação do TAP proposta por Erduran et al. (2004), em sua versão original (por exemplo, CLARK; SAMPSON, 2007b; VON AUFSCHNAITER et al., 2008) e modificada (por exemplo, CLARK; SAMPSON, 2008; VALLE; MOTOKANESOUZA, 2013; QUEIROZ, 2018, VENVILLE; DAWSON, 2010), é bastante utilizada na área de Educação em Ciências. Essa ferramenta propõe cinco níveis de qualidade de argumentação, são eles:

1. Nível 1: consiste em argumentos que se configuram como uma simples afirmativa versus a uma contra-afirmativa ou afirmativa;
2. Nível 2: compreende argumentos constituídos por afirmativa versus a uma afirmativa com dados, garantias ou apoio, mas sem refutações.
3. Nível 3: corresponde a argumentos compostos por uma série de afirmativas ou a uma contra-afirmativa com dados, garantias ou apoios e uma refutação fraca.
4. Nível 4: abarca argumentos com uma afirmativa e uma refutação claramente identificável. Tal argumento pode conter várias afirmativas e contra-afirmativas.
5. Nível 5: abrange um argumento estendido com mais de uma refutação.

Tais níveis hierarquizados se fundamentam em duas principais suposições: i) argumentos de alta qualidade devem conter dados, garantias ou apoio para dar suporte a uma afirmativa, pois o desenvolvimento do raciocínio depende da capacidade de justificar e defender ideias; e ii) episódios argumentativos (sequências argumentativas) que contêm refutações apresentam uma qualidade argumentativa maior do que aqueles que não possuem. Isto porque o movimento de refutar tem o potencial de contribuir para se avaliar um argumento, o que pode resultar em mudanças nas ideias dos participantes.

Para utilizar essa ferramenta, o analista deve, nesta ordem:

- i. identificar os episódios argumentativos que possuem ideias opostas;
- ii. identificar os núcleos de argumentos, classificando os elementos centrais das sequências de argumentos com base no TAP; e

- iii. classificar o nível de qualidade dos episódios argumentativos conforme a frequência de determinados elementos do TAP (refutador, dado, garantia e apoio).

Tanto a identificação dos episódios quanto a dos movimentos se dá a partir de indicadores argumentativos, ou seja, palavras ou frases que indicam a presença de uma oposição entre ideias e que auxiliem na classificação dos elementos do TAP.

Segundo Erduran et al. (2004), tal classificação demanda um processo interpretativo, o que pode gerar subjetividade na análise. No entanto, eles apontam que tiveram poucos problemas em distinguir os elementos centrais das sequências de argumentos quando aplicaram a ferramenta.

Por outro lado, Nielsen (2013) aponta várias limitações relacionadas ao processo de análise proposto por Erduran et al. (2004), a qual concordamos, como:

- i. o critério para identificar argumentos e episódios de oposição não é suficiente para, por exemplo, diferenciar explicações de argumentos nem episódios de oposição dos de desafio;
- ii. o significado de episódio de oposição não é bem definido, o que pode contribuir para o analista ter dificuldade de identificá-lo; e
- iii. o critério utilizado para avaliar o nível em que uma refutação específica faz referência às evidências utilizadas em outras partes do diálogo não é descrito.

Considerando os aspectos discutidos, podemos notar que o uso da ferramenta adaptada por Erduran et al. (2004) requer do analista a interpretação das características dialéticas (dialógicas) da argumentação para que possa diferenciar os elementos do TAP e os episódios de oposição. No entanto, alguns critérios para realizar tal interpretação estão implícitos ou não estão claros.

Visando reduzir os problemas de interpretação das características dialéticas acarretados pela ausência de critérios claros ou presença de critérios implícitos, pesquisadores têm conjugado o TAP com estruturas analíticas que forneçam a interpretação dialética que o TAP claramente requer antes de poder ser aplicado (por exemplo, WISHART, et al., 2011).

Entretanto, para que isso possa ser feito, os pesquisadores devem apresentar os princípios ontológicos de tais estruturas e discutir a coerência destes com os do TAP, assim como devem apresentar critérios claros para interpretar as características dialéticas do discurso argumentativo e discutir como tal conjugação com o TAP favorece a análise do processo argumentativo.

Por outro lado, deve-se ter clareza que realizar uma interpretação das características

dialéticas com o intuito preparatório pode reduzir a análise do discurso argumentativo (argumentação como processo) a elementos centrais da argumentação (argumentação como produto), como pode ser notado no estudo de Erduran et al. (2004) e naqueles citados neste artigo que utilizaram ou adaptaram essa proposta.

Portanto, tais propostas podem não favorecer analisar o processo argumentativo (isto é, como atividade), o que contrapõem ao que é defendido por alguns autores (por exemplo, ERDURAN et al., 2004)).

Portanto, notamos que os conceitos argumentação como produto e como processo estão sendo empregados inadequadamente por alguns pesquisadores da área da Educação em Ciências. Todavia, para termos mais elementos sobre isso e suas implicações, apresentamos e discutimos algumas pesquisas que buscaram investigar as relações entre argumentação, aprendizagem de e sobre Ciências, e desenvolvimento argumentativo em contextos que possuem naturezas distintas. A seleção de tais temáticas se justifica, pois podem contribuir para se obter informações para subsidiar as discussões e promover reflexões.

Algumas discussões e reflexões metodológicas sobre a argumentação na Educação em Ciências

A partir da literatura, notamos a existência de controvérsias ao comparar os resultados e conclusões de estudos que investigaram as temáticas citadas ao final na seção anterior.

Por exemplo, Ogan-Bekiroglu e Eskin (2012) exploraram possíveis relações entre o conhecimento conceitual científico e a argumentação de alunos de 16-17 anos quando vivenciaram cinco situações argumentativas envolvendo diferentes conteúdos curriculares de Física. Para analisar o processo argumentativo dos alunos, os autores utilizaram a ferramenta de Erduran et al. (2004). Os resultados da pesquisa indicam que não houve aumento do conhecimento conceitual nas afirmativas sustentadas com qualificadores nos argumentos, contra-argumentos e nas refutações apoiadas por dados e justificativas produzidos pelos alunos. Esse resultado aponta que a aprendizagem de conteúdo pode não estar ocorrendo enquanto se está discutindo o tema.

Por outro lado, Sasseron e Carvalho (2013) encontraram um resultado diferente quanto à compreensão conceitual de alunos de Ciências de 9-10 anos quando se engajaram em situações argumentativas. Para analisar as falas dos alunos e explorar as

ações do professor, as autoras utilizaram indicadores de alfabetização científica e elaboraram categorias que favorecem a investigação e a argumentação em sala de aula, respectivamente. Além dessas ferramentas, elas utilizaram o TAP para examinar a estrutura lógica das ideias proferidas nos diálogos promovidos em sala de aula. A partir da análise, as autoras concluíram que o processo argumentativo vivenciado pelos alunos favoreceu a eles compreender as relações entre conceitos importantes envolvidos nas sequências didáticas.

As controversas relações entre argumentação e aprendizagem de Ciências também são evidenciadas quando analisamos os resultados de trabalhos que as discutem em contexto sociocientífico, que abrange aspectos sociais relacionados a conhecimentos científicos atuais (por exemplo, KORTLAND, 1996; VENVILLE; DAWSON, 2010). A hipótese de Kortland (1996) é a de que a baixa qualidade dos argumentos expressos por alunos está associada a seus conhecimentos sobre a questão sociocientífica e suas experiências em argumentar serem limitadas. Para solucionar essa questão, o autor produziu uma unidade didática sobre resíduos de embalagens domésticas. Antes e após os alunos de 13-14 anos terem vivenciado a unidade didática, o pesquisador aplicou um questionário que favorece a expressão de argumentos. Os resultados não forneceram suporte à hipótese do autor, pois indicaram que houve melhoria da compreensão conceitual por parte dos alunos, porém a qualidade de seus argumentos se manteve.

Em contrapartida, Venville e Dawson (2010) encontraram um resultado diferente quanto à relação entre a argumentação de alunos de 14-15 e a sua compreensão conceitual em contextos sociocientíficos. Para investigar tais relações, foram aplicados questionários antes e após os alunos terem vivenciado uma unidade didática sobre reprodução sexual e genética. A ferramenta TAP foi utilizada para analisar a qualidade dos argumentos dos alunos. Os resultados indicam que houve melhoria tanto na compreensão conceitual quanto na qualidade argumentativa dos alunos, que desenvolveram argumentos racionais complexos e baseados em evidências.

Ao analisar esses estudos, notamos uma tendência de se investigar a relação entre a argumentação e o conhecimento conceitual científico a partir de ferramentas que visam analisar a argumentação como produto, mesmo naqueles em que o foco parece ser o processo argumentativo, como os trabalhos de Ogan-Bekiroglu e Eskin (2012) e Sasseron e Carvalho (2013).

Na seção anterior, havíamos argumentado que a ferramenta de Erduran et al. (2004) pode não contribuir para analisar o processo argumentativo.

No que diz respeito ao método de análise de argumentação de Sasseron e Carvalho (2013), essas autoras propõem uma associação dos propósitos do professor (retomada de ideias já discutidas; proposição de um problema; delimitação de variáveis; e reconhecimento de variáveis), das ações deste (referência a ideias previamente trabalhadas e/ou experiências prévias dos alunos; problematização de uma situação; descrição e caracterização do fenômeno; nomeação de categorias advindas da caracterização; e entrecruzamento de informações) e dos indicadores de alfabetização científica expressos pelos alunos (organização, seriação e classificação de informações; levantamento de hipóteses e teste de hipóteses; organização e seriação de informações; classificação de informações; e levantamento de hipóteses, explicação, previsão e justificativa) à estruturação de argumentos de acordo com o TAP.

Segundo as autoras, essas relações com o TAP foram percebidas inicialmente a partir dos propósitos do professor e estendidas para as ações deste e os indicadores de alfabetização científica expressos pelos alunos. Isto poderia contribuir para interpretar as características dialéticas do discurso argumentativo que o TAP necessita antes de ser utilizado. No entanto, não estão claras ou explícitas as relações feitas com esse modelo. Em alguns momentos do artigo, é possível inferir que o indicador de alfabetização científica “Classificar Informação” se relaciona ao elemento Dado, mas em outros esse mesmo indicador é associado ao componente Garantia.

Essa falta de clareza pode gerar dificuldades em compreender o processo de construção de argumentos pelos alunos e em utilizar adequadamente a proposta das autoras. Além disso, ao utilizar o TAP após a análise do processo de construção de ideias pelos alunos, pode-se estar reduzindo o discurso argumentativo ao monológico, mesmo quando não seja esta a intenção.

Outro aspecto que observamos em algumas das pesquisas citadas é o uso de questionários. Esse instrumento pode ser limitador para se compreender em detalhes como alunos incorporam e desenvolvem a compreensão conceitual enquanto argumentam. Isto porque pode contribuir pouco para que alunos expressem todas suas ideias, pois delimita o que deve ser escrito em função de as questões serem fixas (COHEN et al., 2011). Por isso concordamos com a afirmativa de Asterhan e Schwarz (2016) de que as principais questões dos processos pelos quais o desenvolvimento conceitual ocorre ainda são empiricamente vagas.

Asterhan e Schwarz (2016) afirmam, com base em uma revisão da literatura das pesquisas da área da Educação, que não há evidências empíricas suficientes para afirmar

que existe uma relação direta entre argumentação e aprendizagem. Segundo eles, os objetos de estudo (argumentação e aprendizagem) não são bem definidos em muitas pesquisas; há uma variação extensa de métodos para investigá-los, sendo que a maioria deles não enfatiza o processo; não está claro se os ganhos de aprendizagem devem ser atribuídos à argumentação quando existem outras variáveis presentes nas pesquisas que podem influenciar a aprendizagem, como a abordagem de ensino e a natureza das atividades.

No que diz respeito à relação entre argumentação e Natureza da Ciência (NdC), pesquisas também exibem controvérsias entre estudos envolvendo os contextos sociocientífico e científico (que fomenta discussões relativas ao conhecimento científico-curricular). Por exemplo, McDonald (2010) investigou as relações entre a visão de Natureza da Ciência (NdC) de cinco professores em formação inicial que apresentavam visões ingênuas sobre Ciências e a qualidade de sua argumentação. Um questionário sobre a temática aquecimento global foi aplicado e um seminário com os argumentos produzidos no questionário foi apresentado por cada licenciando para avaliar a relação supracitada.

Durante os seminários, os licenciandos foram solicitados a criticar seus argumentos e posição. A ferramenta de Erduran et al. (2004) foi utilizada para analisar os produtos e processos argumentativos dos licenciandos. McDonald (2010) aponta que todos os licenciandos se engajaram em argumentação, visto que produziram argumentos, contra argumentos e refutações sustentados por múltiplas justificativas, assim como relacionaram suas afirmativas às evidências disponíveis. Em relação aos aspectos de NdC, todos os licenciandos expressaram que o conhecimento científico é subjetivo, provisório e empírico em seus argumentos, bem como influenciado por aspectos culturais e sociais. Segundo a autora, esses resultados podem dar suporte à afirmativa de que engajar alunos em argumentação pode contribuir para que eles desenvolvam suas visões de NdC.

Por outro lado, o estudo conduzido por Khishfe et al. (2017) apresentou um resultado ambíguo. Os autores investigaram os argumentos de alunos entre 16-17 anos e a compreensão deles sobre NdC a partir de questões sociocientíficas envolvendo quatro temas: aquecimento global, alimentos geneticamente modificados, chuva ácida e clonagem humana. O instrumento utilizado foi um questionário composto por esses quatro cenários e por questões que favoreciam a argumentação e a expressão de visões sobre Ciências. Os resultados quantitativos não mostram correlações significativas entre a compreensão de NdC dos alunos e a qualidade de seus argumentos. Contudo, os resultados qualitativos exibem que alunos que desenvolveram mais seus argumentos (isto é, expressaram mais

de uma justificativa válida) expressaram uma visão menos ingênua sobre Ciências (em relação aos aspectos NdC subjetividade e provisoriedade do conhecimento científico e conhecimento científico possui uma base empírica). Esses resultados fornecem suporte à conclusão encontrada por McDonald (2010).

No contexto científico, Sandoval e Morrison (2003) descrevem as concepções epistemológicas expressas por oito estudantes de 14-15 anos entrevistados antes e depois de uma unidade de investigação sobre seleção natural e evolução, que durou quatro semanas. Os resultados indicam que as visões finais dos estudantes foram as de que 'a Ciência é uma atividade que busca por respostas' e 'experimentos fornecem evidências definitivas a favor ou contra as ideias'. A partir desses resultados, os autores sugerem que a participação de estudantes em investigações tem pouca influência sobre o entendimento de NdC quando não se dá a devida atenção às suas ideias sobre epistemologia.

Em contrapartida, no estudo conduzido por Sandoval e Millwood (2005) foram encontrados resultados que apoiam o inverso, isto é, que a compreensão epistemológica fornece suporte a decisões epistêmicas. Esses autores investigaram a qualidade dos argumentos escritos produzidos por alunos de ensino secundário ao longo da aplicação de uma unidade didática sobre a teoria da evolução de Darwin. Os resultados dessa pesquisa apontam que, apesar de os alunos estarem atentos à necessidade de justificar suas afirmativas e embasá-las com evidências, eles muitas vezes deixavam de citá-las e articulá-las às afirmativas a partir de justificativas. Considerando esses resultados, Sandoval e Millwood (2005) concluem que os alunos que apresentam uma visão ingênua sobre Ciências podem não fornecer explicações ou justificativas específicas para suas afirmativas.

A partir das descrições dessas pesquisas, identificamos uma tendência em analisar a argumentação como produto, mesmo no estudo conduzido por McDonald (2010) (que usou uma ferramenta que não favorece a análise do processo argumentativo).

Identificamos também uma inclinação de tais pesquisas em avaliar a qualidade da argumentação/argumento a partir da: presença ou não de afirmativa, dado, qualificador, garantia e/ou refutador; e/ou frequência desses elementos e de como são articulados pelos alunos, o que pode resultar em uma análise superficial (NUSSBAUM, 2011). Isto porque um argumento pode ter todos esses elementos relacionados e não contribuir para a construção do conhecimento ou ser constituído por alguns desses elementos e contribuir para esse processo.

Outro aspecto que observamos foi uma tendência de os pesquisadores selecionarem

aspectos de NdC para serem investigados a partir de listas de princípios de ciência (como a de Lederman (1992)). Tal ação pode não favorecer ao analista capturar os aspectos contextuais da ciência e contribuir para reforçar uma série de estereótipos.

Para favorecer uma compreensão menos subjetiva das visões dos alunos sobre NdC, sugerimos que analistas utilizem ferramentas que considerem a existência de ciências distintas (Biologia, Física, Geologia, Química etc.). Isso pode contribuir para que eles tenham uma visão mais ampla de como os alunos percebem a Ciência.

Por fim, notamos o uso intensivo de questionário para avaliar a relação entre argumentação e NdC. Julgamos que o uso de instrumentos de coleta de dados que possibilitem engajar os alunos, em grupo, em situações que envolvam a resolução de um problema real ou que simulam qualquer aspecto da vida cotidiana pode ser uma alternativa interessante para o analista obter mais elementos sobre como os alunos argumentam e veem a ciência.

Independentemente disso, nota-se que a argumentação como processo ainda é pouco explorada para compreender a relação entre a argumentação e NdC. A nosso ver, investigar o processo argumentativo e não apenas os argumentos, sua estrutura e/ou as sequências de argumentos em um discurso pode contribuir para uma compreensão mais aprofundada sobre tal relação. Isso porque outros atos verbais serão considerados e analisados, além daqueles relacionados estritamente com a construção de argumentos.

Finalmente, quanto à relação entre a argumentação e o seu desenvolvimento em contextos de naturezas distintas, no estudo conduzido por Osborne et al. (2004), os pesquisadores encontraram que alunos de 12-13 anos desenvolveram melhor sua argumentação em contextos sociocientíficos do que em científicos. Para analisar o processo argumentativo vivenciado pelos alunos, os autores utilizaram a ferramenta que haviam produzido naquela época (ERDURAN et al., 2004).

Por outro lado, nas pesquisas desenvolvidas por Kortland (1996), Albe (2008) e Khishfe (2012), os autores encontraram que os alunos apresentaram dificuldades em argumentar em contextos sociocientíficos. Por exemplo, Khishfe (2012) observou com base nos dados coletados em um questionário composto por duas situações controversas sobre alimentos geneticamente modificados e fluoração da água que a maioria dos alunos expressou argumentos limitados quando os produziu com justificativas válidas, inválidas ou nenhuma justificativa.

Uma ressalva deve ser feita para o estudo de Albe (2008), visto que a pesquisadora buscou realmente analisar a argumentação como processo. Ela fez isso a partir do uso de

abordagens microetnográfica e sociolinguística, que contribuiriam para compreender a argumentação como atividade e os fatores que a influenciaram, como os sociais e epistemológicos.

A partir do exposto, podemos concluir que as pesquisas da área da Educação em Ciências tendem a enfatizar a argumentação como produto, mesmo quando a pretensão é analisar o discurso argumentativo (em alguns casos) a partir, principalmente, dos instrumentos de coleta de dados, questionários e entrevistas.

Uma parte dessa conclusão dá suporte à afirmativa de que alguns pesquisadores têm empregado inadequadamente, de forma direta ou indireta, os termos argumentação como produto e como processo.

Além disso, avaliamos que as controvérsias discutidas nesta seção podem estar relacionadas a essa tendência metodológica de compreender a argumentação a partir do uso de ferramentas analíticas e de instrumento de coleta de dados coerentes ou não coerentes com o objetivo para qual foram utilizados.

Todavia, para que possamos afirmar isso, sugerimos que pesquisas investiguem também o processo argumentativo a partir do uso de instrumentos de coleta e análise de dados coerentes com essa finalidade. Tais estudos podem nos fornecer mais elementos para compreender as relações discutidas nesta seção.

Visando contribuir inicialmente com essa discussão, na próxima seção apresentamos dois referenciais com o intuito de explorar as suas vantagens e desvantagens para analisar o processo argumentativo de alunos e professores de Ciências, considerando os estudos de autores de nossa área que os utilizaram.

Avaliamos que analisar a argumentação de sujeitos a partir da teoria do diálogo pode contribuir para compreender a argumentação como processo. Isso se justifica, uma vez que nessa perspectiva a argumentação é entendida como atividade em que sujeitos buscam objetivos idênticos e diferentes em um diálogo que parte de pressupostos distintos e molda os papéis e movimentos de seus interlocutores.

Referenciais teóricos fundamentados na teoria do diálogo

Nesta seção apresentamos dois referenciais fundamentados na teoria do diálogo: o de van Eemeren e Grootendorst (2004) e Walton (2006). Eles foram selecionados em função de serem frequentemente citados nas pesquisas de nossa área, no entanto, poucas vezes utilizados para analisar argumentação de alunos e professores de Ciências

(MARTINS, 2020).

O referencial de van Eemeren e Grootendorst (2004) entende a argumentação como atividade verbal, social e racional, que tem como intuito convencer uma audiência da aceitabilidade de um ponto de vista a partir de um conjunto de proposições que o justifiquem. Nesse sentido, essa prática pode envolver a comunicação por meio verbal e interações entre pessoas que devem utilizar justificativas ao apresentar argumentos visando a defender um ponto de vista durante um processo de resolução de diferença de opinião. Essa diferença pode ser assimétrica (quando uma das partes defende uma posição enquanto outra discorda da mesma posição sem apresentar um ponto de vista) ou simétrica (quando as partes defendem posições contrárias).

A teoria desses autores é composta por categorias descritivas que caracterizam um modelo ideal de discussão crítica, bem como regras que os sujeitos devem seguir para que a discussão seja crítica e assim se mantenha até que seu objetivo de solucionar uma questão-problema seja atingido.

As categorias “descritivas” são utilizadas para caracterizar aspectos distintos da diferença de opinião e do processo de resolução do desacordo em uma etapa que antecede a de se avaliar se e como o discurso argumentativo dos sujeitos em interação se aproxima de uma discussão ideal. De acordo com van Eemeren e Grootendorst (2004), tais categorias podem ser conjugadas de formas distintas, mas sem que existam avaliações, em termos de uma determinada conjugação ser melhor do que outra.

A categoria “diferenças de opinião” pode ser caracterizada a partir de dois aspectos: o tipo de oposição dirigido a um ponto de vista (assimétrico ou simétrico); e o número de proposições que são discordadas em uma discussão (VAN EEMEREN; GROOTENDORST, 2004).

Por outro lado, a categoria processo de resolução do desacordo é caracterizada a partir de quatro aspectos:

- i. os posicionamentos dos sujeitos, que podem ser o de defender ou o de ser contrário a um ponto de vista;
- ii. as relações entre as diferenças de opinião podem ser múltiplas, uma vez que para solucionar um problema pode ser necessário discutir aspectos específicos. Assim, uma discussão pode ser constituída por relações hierarquizadas entre tais aspectos;
- iii. as relações estruturais entre os elementos que sustentam o ponto de vista e os argumentos a ele relacionados; e
- iv. a comunicação implícita ou explícita (VAN EEMEREN; GROOTENDORST, 2004).

Sobre as categorias normativas, van Eemeren e Grootendorst propõem algumas normas/regras de conduta que são utilizadas para interpretar e avaliar o discurso desenvolvido pelos sujeitos (para mais detalhes consultar van Eemeren e Grootendorst (2004)).

Pesquisadores como Souto e Munford (2014), Souto e Munford (2015), Franco e Munford (2017) e Franco e Munford (2018) têm buscado adaptar e utilizar os elementos descritivos do referencial de van Eemeren et al. (2002) para investigar a argumentação de alunos em aulas de ciências a partir de uma perspectiva etnográfica. Por outro lado, Nielsen (2012a, 2012b) utilizou elementos normativos desse referencial para entender como alunos recorrem aos conhecimentos científicos em discussões dessa natureza e desenvolvem e expressam mensagens para influenciar as decisões dos colegas em uma discussão sociocientífica.

Em tais estudos, os pesquisadores apontam que a potencialidade do referencial de van Eemeren e colaboradores está em seu conceito de argumentação ser amplo, uma vez que aborda três dimensões: social, racional e verbal; e em seus elementos descritivos e normativos que favorecem caracterizar as situações argumentativas, em termos de reconhecer e evidenciar o que é discutido na situação analisada. Tais aspectos podem contribuir para se compreender a argumentação de uma forma ampla e detalhada.

Em contrapartida, esse referencial apresenta limitações que devem ser consideradas pelo pesquisador antes de adaptá-lo para o, e/ou utilizá-lo no, contexto de Educação em Ciências.

Uma das principais limitações do uso do referencial de van Eemeren e Grootendorst (2004) em nossa área está relacionada às regras de conduta que os participantes devem seguir para que a discussão seja crítica. Em um contexto de ensino-aprendizagem, os alunos dificilmente seguirão todas elas, visto que não são experts em argumentação. Por exemplo, no estudo conduzido por Bortoletto e Carvalho (2009), as autoras constataram que os alunos construíram argumentos falaciosos, inacabados e, algumas vezes, distantes do limite do contexto (violação da regra de conduta ao abordar sobre a posição não apresentada previamente), bem como tomaram decisões sobre um ponto de vista de forma não colaborativa para tentar atingir um consenso (MENDONÇA, 2011). Esses resultados fornecem suporte à ideia de que em contextos de sala de aula os alunos tendem a não construir uma discussão crítica ideal, e sim real. Portanto, o uso das regras de conduta parece pouco valorizar a argumentação dos alunos e pouco contribuir para se compreender como os alunos realmente argumentam, pois apenas sinaliza se o discurso dos sujeitos se

aproxima ou não de um ideal de discussão. Ademais, o uso de tais regras para fins pedagógicos pouco contribuiria para que os alunos desenvolvessem uma argumentação de qualidade, pois, muito provavelmente, elas constituiriam uma lista a ser seguida, ao invés de algo funcional, isto é, que envolvesse estratégias de ensino e aprendizagem contextualizadas para favorecer o engajamento dos alunos em argumentação.

Outra limitação desse referencial está na dificuldade do analista em identificar quais são as diferenças de opinião e as relações hierárquicas entre elas, assim como qual é a diferença de opinião mais ampla das apresentadas (SOUTO; MUNFORD, 2014).

Uma terceira limitação está relacionada à ausência de critérios na categoria descritiva comunicação indireta para identificar as proposições implícitas em um diálogo. Sem tais critérios, a análise pode se tornar menos precisa, mesmo considerando o contexto nesse processo.

Por fim, a última limitação que identificamos nesse referencial está relacionada ao fato de os autores considerarem que apenas no diálogo crítico, denominado também como persuasivo, pode-se obter uma argumentação de alto nível. Segundo van Eemeren e Grootendorst (2004), apenas nesse tipo de diálogo os sujeitos têm a possibilidade de construir argumentos relevantes e bem fundamentados para defender uma posição e/ou atacar a posição contrária. Com base nessa afirmativa, podemos inferir que em alguns diálogos (como o que busca desenvolver explicações), a argumentação não poderá ter esse nível de qualidade. Porém, essa afirmativa vai de encontro aos resultados de pesquisas que têm indicado uma melhoria na qualidade da argumentação dos alunos, como a elaboração de argumentos bem estruturados e complexos, durante o processo de desenvolvimento e avaliação de uma explicação para um fato ou fenômeno (por exemplo, OGAN-BEKIROGLU; ESKIN, 2012; SANDOVAL; MILLWOOD, 2008).

Em relação ao referencial de Walton (2006), é concebido que argumentar é um processo dinâmico de elaboração de cadeias argumentos que são utilizadas para atingir um objetivo em um diálogo. Nesse contexto, o termo argumento é entendido como uma razão, ou um conjunto de razões, que oferece suporte a, ou crítica, uma conclusão para atingir objetivos dialógicos, que podem ser diferentes. A conclusão é entendida como uma proposição questionável que pode estar comprometida com a ou ser a posição que está sendo defendida. Por outro lado, o termo diálogo é entendido como uma estrutura de conversação que envolve a elaboração de perguntas e respostas (por exemplo, argumentos e explicações) entre duas ou mais partes que raciocinam de modo organizado, conforme as regras de educação, e colaborativamente na elaboração de argumentos apropriados

para cada tipo de diálogo.

Com base nessas definições, podemos dizer que Walton considera que o argumento pode ser visto de duas maneiras: uma relacionada à sua estrutura e a outra ao seu papel pragmático ou dialógico quando expresso em um diálogo.

Segundo Walton (2006), os argumentos são difíceis de serem identificados e delimitados em um diálogo. Para ajudar o analista nesse processo, ele propõe três critérios:

- i. identificar palavras que indicam razões e conclusões;
- ii. identificar como as premissas se relacionam com a conclusão. Se as premissas são necessárias para dar suporte à conclusão, há apenas um argumento. Mas se as premissas fornecem suporte à conclusão separadamente, isto é, cada uma delas é uma rota independente para sustentar a conclusão, então há dois argumentos; e
- iii. identificar os esquemas de argumentação. Esses são padrões abstratos mais comuns de argumentos utilizados no discurso do dia a dia e em contextos específicos, como argumentação nos campos científico e do direito.

Além disso, em um diálogo, um argumento é visto como sendo plausível de ser aceito ou não por um sujeito ou grupo em um determinado contexto.

A avaliação de argumentos pode ocorrer a partir de duas formas básicas de ataque: refutação e questionamento. A refutação fornece razões que mostram que o argumento de outra parte não prova o que ele supôs que provaria. Por outro lado, o questionamento levanta dúvidas e/ou indica os pontos fracos sobre ou do argumento, mas sem exibir as razões. Os dois tipos de ataque podem ser direcionados à conclusão, à(s) premissa(s) ou à relação entre a(s) premissa(s) e a conclusão do argumento de outra parte.

A definição de argumentação de Walton (2006) considera também a existência de relações entre argumentos, as quais podem ser identificadas a partir de três critérios:

- i. utilização da conclusão de um argumento como premissa de outro argumento. Nessa situação, a relação é de suporte: o primeiro argumento fornece suporte ao segundo;
- ii. utilização de uma das premissas de um argumento para elaborar outra conclusão. Nesse caso, o relacionamento entre argumentos não é de suporte; e
- iii. existência de uma mesma conclusão para duas premissas que exibem rotas independentes. Nessa situação, também há relacionamento entre os argumentos, mas não de suporte.

Ademais, para esse autor, o diálogo argumentativo não é apenas constituído por argumentos e questões, mas também pode apresentar explicações. Essas têm a função de esclarecer algo por meio de termos com os quais os participantes do diálogo já estão

familiarizados. Para diferenciá-las dos argumentos, Walton (2006) afirma que o analista deve observar: o contexto de discussão, a natureza das questões e o propósito do raciocínio utilizado.

Como mencionamos anteriormente, em contextos dialógicos, os participantes podem não expressar todas as razões e conclusões. Por isso, Walton (2006) apresenta dois critérios a que o analista pode recorrer quando houver a necessidade de realizar inferências:

- i. observar se o argumento fornece suporte à posição do sujeito no diálogo ao adicionar a premissa ou conclusão não explicitada; e
- ii. se o participante está comprometido com a conclusão ou premissa inferida, isto é, se ela se relaciona com a posição que está sendo defendida ou fornece suporte a ela.

Além disso, segundo esse autor, a argumentação pode ocorrer em sete tipos de diálogos, que podem também ser combinados pelos indivíduos: negociação, descoberta, persuasão, deliberação, erística, procura de informação e investigação (para mais detalhes, ver Walton (2006)).

Em tais diálogos, a argumentação pode se fazer presente quando:

- i. os sujeitos apresentam ideias contrárias; um dos sujeitos discorda de uma ideia sem expressar um ponto de vista; e/ou
- ii. um dos sujeitos apresenta um ou mais ponto(s) de vista para um determinado assunto e outro o auxilia avaliando, por exemplo, o(s) ponto(s) de vista em discussão.

Recentemente, Martins e Justi (2019) utilizaram e adaptaram algumas ideias de Walton (2006), em específico as relacionadas à análise de diálogos argumentativos persuasivos, para compreender os raciocínios argumentativos de alunos de Química do Ensino Médio. De acordo com elas, a potencialidade do referencial de Walton (2006) está em ele:

- i. ser dialético e pragmático. O aspecto dialético está relacionado à estrutura de conversação em um diálogo. Por outro lado, o aspecto pragmático está relacionado à compreensão da linguagem como forma de ação; e
- ii. apresentar e explicar os critérios lógicos e pragmáticos para identificar argumentos e explicações, e para analisar relações entre argumentos, argumentos e questões, e elementos de um argumento.

Segundo Martins e Justi (2019), tais aspectos podem contribuir para compreender o

processo de argumentação de forma detalhada e ampla.

Em contrapartida, o referencial teórico de Walton (2006) possui limitações, como:

- i. o estabelecimento de critérios lógicos e pragmáticos para analisar, principalmente, diálogos argumentativos persuasivos; e
- ii. a proposição de critérios que possibilitam o analista apenas compreender como diferentes tipos de enunciados (argumentos, questões, explicações, entre outros) se relacionam de forma estrutural em um diálogo. A relação estrutural envolve a identificação de uma relação entre enunciados a partir da análise da estrutura do enunciado. Por exemplo, um dos elementos de um argumento (razão ou conclusão) é usado para produzir outro argumento. Tais critérios são importantes para o processo de análise, no entanto não são suficientes para compreender como diferentes tipos enunciados se relacionam a partir de seu conteúdo.

A partir do exposto, notamos que os referenciais de van Eemeren e Grootendorst (2004) e Walton (2006) possuem vantagens e desvantagens e necessitam ser adaptados para serem empregados em contextos educacionais de Ciências. Alguns estudos já vêm fazendo isso para determinados componentes, mas geralmente não criam ferramentas fundamentadas em tais referenciais.

Considerando isso, este ensaio apresenta como implicações o desenvolvimento e a avaliação de ferramentas fundamentadas na, ou em aspectos da, teoria do diálogo de van Eemeren e Grootendorst (2004) e Walton (2006) em contextos educacionais de Ciências. Tais estudos podem ser iniciados, por exemplo, por meio da criação de critérios para analisar diferentes tipos de diálogos educacionais, não apenas o persuasivo.

Além disso, vislumbramos que o desenvolvimento desses estudos pode contribuir para o nosso campo de três maneiras distintas:

- i. novos métodos para compreender a argumentação de alunos e professores;
- ii. obter mais informações para entender e discutir as relações entre argumentação, aprendizagem de e sobre Ciências, e desenvolvimento argumentativo em diferentes contextos e níveis de ensino; e
- iii. gerar contribuições para o desenvolvimento de currículos para a Educação Básica e o Ensino Superior que visem a trabalhar tais relações.

Sintetizando o debate

Neste ensaio, problematizamos alguns aspectos metodológicos específicos da argumentação na área da Educação em Ciências:

- i. o emprego dos conceitos argumentação como produto e argumentação como processo por alguns pesquisadores da área da Educação em Ciências;
- ii. a ênfase dada à argumentação como produto nas pesquisas da Educação em Ciências; e
- iii. o uso de determinados instrumentos de coleta de dados para analisar e avaliar a argumentação de alunos e professores de Ciências.

Ao fazer isso, refletimos sobre os conceitos argumentação como produto e argumentação como processo, os quais estão sendo empregados inadequadamente por alguns pesquisadores de nossa área.

Além disso, refletimos que a existência de algumas controvérsias envolvendo a temática argumentação pode estar relacionada à investigação da argumentação, principalmente, como produto a partir do uso de ferramentas coerentes ou não com esse propósito e/ou ao tipo de instrumento de coleta de dados utilizado.

Tais reflexões contribuirão para avaliarmos a necessidade de pesquisas que investiguem o processo argumentativo, assim como sobre uma proposta para atingir tal objetivo: o uso da teoria do diálogo.

Dentro desse contexto, avaliamos que a adaptação e ampliação dos referenciais de van Eemeren e Grootendorst (2004) e Walton (2006) podem ser um caminho promissor para desenvolver ferramentas fundamentadas na, ou em aspectos da, teoria do diálogo e que uso dessas novas ferramentas podem gerar contribuições para a pesquisa e o ensino sobre argumentação em nossa área.

Agradecimentos

À CAPES.

Referências

ALBE, V. When scientific knowledge, daily life experience, epistemological and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussion on a socio-scientific issue. **Research in Science Education**, v. 38, n. 1, p. 67-90, 2008.

ASTERHAN, C.; SCHWARZ, B. Argumentation for Learning: Well-Trodden Paths and Unexplored Territories. **Educational Psychologist**. v. 51, n. 2, p. 164-187, 2016.

BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W. L. P. Temas sócio-científicos: análise dos processos

argumentativos num contexto escolar. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis. 2009. p 1 - 12.

CLARK, D.; SAMPSON, V. Analytic Frameworks for Assessing Dialogic Argumentation in Online Learning Environments. **Educational Psychology Review**, v. 19, n. 3, p. 343-374, 2007a.

CLARK, D.; SAMPSON, V. **Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation**. International Journal of Science Education, v. 29, n. 3, p. 253-277, 2007b.

CLARK, D.; SAMPSON, V. **Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality**. Journal of Research in Science Teaching, v. 45, n. 3, p. 293-321, 2008.

COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K. **Research Methods in Education**. 7th. London: Routledge, 2011.

DUSCHL, R. Designing Knowledge-Building Practices in 3 Part Harmony: Coordinating Curriculum Instruction-Assessment with Conceptual Epistemic-Social Learning Goals. In: **I Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**. São Paulo/SP. 2017.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Discourse. **Science Education**. v. 88, n. 6, p. 915-933, 2004.

FRANCO, L. G. S.; MUNFORD, D. Learning to Use Evidence in Elementary School Over Time: A Study of the Discursive Construction of Ways of Answering Questions in Science Lessons. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 17, n. 2, p. 689-715, 2017.

FRANCO, L. G. S.; MUNFORD, D. A análise de interações discursivas em aulas de ciências: ampliando perspectivas metodológicas na pesquisa em argumentação. **Educação em Revista**. v. 34, n. 1, p. 1-31, 2018.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; PEREIRO MUÑOZ, C. Knowledge producers or knowledge consumers? Argumentation and decision making about environmental mangement. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 11, p. 1171-1190, 2002.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, A.; DUSCHL, R. "Doing the Lesson" or "Doing Science": Argument in High School Genetics. **Science & Education**, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000.

KELLY, G.; TAKAO, A. Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. **Science Education, Hoboken**, v. 86, n. 3, p. 314-342, 2002.

KELLY, G.; DRUKER, S.; CHEN, C. Students' Reasoning about Electricity: Combining Performance Assessments with Argumentation Analysis. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 7, p. 849-871, 1998.

KHISHFE, R. Relationship Between Nature of Science Understandings and Argumentation Skills: A Role for Counterargument and Contextual Factors. **Journal of Research in**

Science Teaching, v. 49, n. 4, p. 489-514, 2012.

KHISHFE, R.; ALSHAYA, F. S.; BOUJAOUDE, S.; MANSOUR, N.; ALRUDIYAN, K. I. Students' understandings of nature of science and their arguments in the context of four socio-scientific issues. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 3, p. 299-334, 2017.

KORTLAND, K. **An STS Case Study about Students' Decision Making on the Waste Issue Science Education**, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

LAWSON, A. E. The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. **International Journal of Science Education**, Abingdon, v. 25, n. 11, p.1387-1408, 2003.

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.

LOPES, C. A. S.; RODRIGUES, K. C. **Jogos cooperativos e argumentação: potencialidades para a promoção do pensamento crítico e reflexivo no ensino de matemática**, v. 11, n. 3, p. 244-263, 2020.

MARTINS, M. **Elaboração e aplicação de uma ferramenta para análise do diálogo em sala de aula: Um estudo em Atividades de Ensino Fundamentado em Modelagem nos contextos cotidiano, científico e sociocientífico**. 2020. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MARTINS, M.; JUSTI, R. Uma Nova Metodologia para Analisar Raciocínios Argumentativos. **Ciência & Educação**. v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

MARTINS, M.; JUSTI, R. An Instrument for Analyzing students' Argumentative Reasoning in the Discussion of Socio-Scientific Controversies. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 6, p. 713-738, 2019.

MCDONALD, C. V. The Influence of Explicit Nature of Science and Argumentation Instruction on Preservice Primary Teachers' Views of Nature of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 9, p. 1137-1164, 2010.

MENDONÇA, P. C. C. **Influência de atividades de modelagem na qualidade dos argumentos de estudantes de química do ensino médio**. 2011. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

NIELSEN, J. A. Co-Opting Science: A Preliminary Study of How Students Invoke Science in Value-Laden Discussions. **International Journal of Science Education**. v. 34, n. 2, p. 277-299, 2012a.

NIELSEN, J. A. Science in Discussions: An Analysis of the Use of Science Content in Socioscientific Discussions. **Science Education**, v. 96, n. 3, p. 428-456, 2012b.

NIELSEN, J. A. Dialectical Features of Students' Argumentation: A Critical Review of Argumentation Studies in Science Education. **Research in Science Education**, v. 43, n. 1,

p. 371-393, 2013.

NUSSBAUM, E. M. Argumentation, Dialogue Theory, and Probability Modeling: Alternative Frameworks for Argumentation Research in Education. **Educational Psychologist**, v. 46, n. 2, p. 84-106, 2011.

OGAN-BEKIROGLU, F.; ESKIN, H. Examination of the Relationship between Engagement in Scientific Argumentation and Conceptual Knowledge. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 10, n. 6, p. 1415-1443, 2012.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 10, p. 994-1020, 2004.

SANTOS, D; SEDANO, L. Argumentação no Ensino Fundamental em Ciências: o que dizem as pesquisas? **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v.11, n. 2, p. 366-386, 2020.

SANDOVAL, W. A.; MILLWOOD, K. A. The Quality of Students' Use of Evidence in Written Scientific Explanations. **Cognition and Instruction**, v. 23, n. 1, p. 23-55, 2005.

SANDOVAL, W. A.; MILLWOOD, K. A. What Can Argumentation Tell Us About Epistemology? In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education - Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p.71-88.

SANDOVAL, W. A.; MORRISON, K. High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 40, n. 4, p. 369-392, 2003.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Ações e Indicadores da Construção do Argumento em Aula de Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 2, p. 169-189, 2013.

SOUTO, A. P. S.; MUNFORD, D. Disagreement in 'ordinary' teaching interactions: A study of argumentation in a science classroom. In: (Ed.). **Topics and Trends in Current Science Education: 9th ESERA Conference Selected Contributions**. New York: Springer, 2014. p.453-468.

SOUTO, A. P. S.; MUNFORD, D. Argumentação e a construção de oportunidades de aprendizagem em aulas de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 161-185, 2015.

SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L. Quadro analítico para discussões argumentativas em fóruns on-line: aplicação no ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 3, p. 145-170, 2018.

TOULMIN, S. **The Uses of Argument**. New York: Cambridge University Press, 1958.

VALLE, M. G.; MOTOKANE, M. T. Processo argumentativo em aulas de ecologia. In: **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Águas de Lindóia/SP, 2013. p. 1-8.

VAN EEMEREN, F. H.; GROOTENDORST, R. A **systematic theory of argumentation: The pragmadialectical approach**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

VENVILLE, G. J.; DAWSON, V. M. The Impact of a Classroom Intervention on Grade 10 Students' Argumentation Skills, Informal Reasoning, and Conceptual Understanding of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 47, n. 8, p. 952-977, 2010.

VON AUFSCHNAITER, C; ERDURAN, S.; OSBORNE, J.; SIMON, H. A. Arguing to Learn and Learning to Argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n. 1, p. 101-131, 2008.

WALTON, D. **Fundamentals of Critical Argumentation**. New York: Cambridge University Press, 2006.

WISHART, J.; GREEN, D.; JOUBERT, M.; TRIGGS, P. Discussing ethical issues in school science: an investigation into the opportunities to practise and develop arguments offered by online and face-to-face discussions. **International Journal of Science Education**, Part B, v.1. n.1, p. 47-69, 2011.