



Contribuições dos Esquemas Argumentativos de Walton para análise de argumentos no contexto do Ensino de Ciências¹

Walton's argumentation schemes contributions to the analysis of arguments in science education contexts

Stefannie de Sá Ibraim

Departamento de Química
Universidade Federal de Ouro Preto
stefannieibram@uol.com.br

Paula Cristina Cardoso Mendonça

Departamento de Química
Universidade Federal de Ouro Preto
paulamendonca@iceb.ufop.br

Rosária Justi

Departamento de Química & Faculdade de Educação
Universidade Federal de Minas Gerais
rjusti@ufmg.br

Resumo

Os temas ligações químicas e interações intermoleculares foram ensinados a estudantes do ensino médio através de ensino fundamentado em modelagem. Foram realizadas entrevistas envolvendo um problema científico e um cotidiano antes e após o ensino por modelagem para avaliar a argumentação dos estudantes. Os protocolos de entrevista foram baseados no trabalho de Kuhn. O instrumento de análise dos argumentos se baseou nos 60 esquemas argumentativos propostos por Walton e colaboradores. Os 118 argumentos expressos pelos estudantes foram classificados em

¹ Versão ampliada e revista do trabalho apresentado no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) em 2012 (IBRAIM; MENDONÇA; JUSTI, 2012).

27 esquemas argumentativos. Concluímos que os argumentos se relacionavam diretamente ao contexto no qual eles foram formulados e que as atividades de modelagem influenciaram na argumentação científica dos estudantes. Defendemos a viabilidade do uso dos esquemas argumentativos de Walton para analisar argumentos em relação tanto à ênfase atribuída por Kuhn às evidências genuínas quanto à distinção dos componentes do argumento segundo o padrão de Toulmin. Sugerimos utilizar os esquemas argumentativos de Walton para analisar a atuação de professores em sala de aula a partir da classificação dos tipos predominantes de argumentos utilizados por eles.

Palavras-chave: Argumentação; Esquemas Argumentativos; Walton.

Abstract

The topics ionic bonding and intermolecular interactions were taught to medium level students through modelling-based teaching. Interviews involving a scientific and a daily problem were conducted before and after the modelling-based teaching in order to assess students' argumentation. The interviews were based on Kuhn's study, whilst the instrument to analyse the students' arguments was based on the 60 argumentation schemes proposed by Walton and colleagues. The 118 arguments expressed by the students were classified into 27 argumentation schemes. We concluded that the arguments were closely related to the context in which they were elaborated, and that the modelling activities influenced the students' scientific argumentation. We acknowledge the viability of the use of Walton's argumentation schemes to analyse arguments in relation to either the emphasis given by Kuhn to genuine evidence or the distinction of the elements of arguments proposed by Toulmin. We suggest the use of Walton's argument schemes to analyse teachers' action from the classification of the types of arguments expressed by them when teaching.

Key-words: Argumentation; Argumentation Schemes; Walton.

Contribuições dos Esquemas Argumentativos de Walton para análise de argumentos no contexto do Ensino de Ciências

Esse artigo faz parte de uma pesquisa mais ampla, cujo objetivo geral é compreender a relação entre atividades de modelagem² utilizadas no ensino de Química e a argumentação de estudantes de ensino médio. Foram aplicadas duas sequências didáticas fundamentadas em modelagem, desenvolvidas previamente em nosso grupo de pesquisa (para mais detalhes, consultar MOZZER; QUEIROZ; JUSTI, 2007; MENDONÇA; JUSTI, 2011) para o ensino dos temas ligações químicas e interações intermoleculares. Os dados das filmagens de todas as aulas nos possibilitaram estudar: a relação entre as etapas da modelagem e a argumentação científica (entendida como compromisso com evidências ao realizar escolhas teóricas, sendo estas devidamente justificadas com o objetivo de produzir explicações); a evolução da qualidade dos argumentos dos estudantes; a influência da modelagem na

² Entendido como um processo dinâmico de proposição, expressão, teste e avaliação de abrangências e limitações de modelos.

argumentação científica e vice-versa; e o papel do professor na condução de atividades dessa natureza (para mais detalhes, consultar MENDONÇA, 2011; MENDONÇA; JUSTI, no prelo). Tais estudos favoreceram uma melhor compreensão da argumentação como processo social.

Nessa pesquisa também coletamos dados a partir de entrevistas semiestruturadas. Elas foram realizadas com o intuito de sondar as habilidades argumentativas dos estudantes em dois contextos (discussões que envolviam conceitos de ciências, 'problema científico', e discussões que envolviam questões do âmbito social, 'problema cotidiano') em momentos distintos (pré- e pós-instrução por modelagem). As entrevistas foram conduzidas com o objetivo de compreender a argumentação a partir da perspectiva individual. Neste artigo, o foco é a análise dos argumentos apresentados pelos estudantes nas entrevistas. Utilizamos os esquemas argumentativos de Walton para analisar os argumentos e discutimos a viabilidade do uso dessa ferramenta em relação a outras disponíveis na literatura.

Argumentação no Ensino de Ciências: Aspectos Didáticos e Metodológicos

No Ensino de Ciências, o favorecimento da ocorrência de situações argumentativas em sala de aula pode contribuir para a *educação científica* e a *educação cidadã* dos estudantes (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2008; CAAMAÑO, 2010). A educação científica tem relação com o aprendizado de conceitos científicos e o desenvolvimento de uma visão de ciência menos ingênua (RYU; SANDOVAL, 2012). A educação cidadã tem relação com o uso de questões sociocientíficas em sala de aula, como em debates ou desempenho de papéis sobre temas interdisciplinares (por exemplo, problemas ambientais) (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; PEREIRO MUÑOZ, 2002). Ambas vertentes podem favorecer o desenvolvimento de habilidades importantes para o desenvolvimento do raciocínio científico e para a formação do cidadão crítico (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; ERDURAN, 2008).

Com relação ao desenvolvimento conceitual, algumas pesquisas (por exemplo, Cross, Taasobshirazi, Hendricks e Hickey, 2008; von Auschnaiter, Erduran, Osborne e Simon, 2008) evidenciam que o engajamento dos estudantes em atividades que fomentam a argumentação têm contribuído para um entendimento mais claro dos conceitos pré-existentes, por permitir a eles incorporar novas ideias às existentes e expandir o conhecimento, modificando concepções alternativas. Isto pode ser explicado pelo caráter dialógico e pela reflexão e avaliação envolvidos na produção social do conhecimento através do ensino que favorece a argumentação (Osborne, 2007). Para Osborne (2007), estudantes que se engajam em atividades investigativas e discussão de aspectos de história da ciência e exploram porque determinados modelos são incoerentes, ao invés de focar apenas no modelo considerado correto, desenvolvem melhor entendimento conceitual quando comparado com outros estudantes que não têm essas oportunidades. Na pesquisa desenvolvida por Jiménez-Aleixandre e Pereiro Muñoz (2002), a argumentação ofereceu oportunidades para o desenvolvimento e controle do aprendizado pelos próprios estudantes, de forma a atuarem como produtores de conhecimentos, ao invés de consumidores de conhecimentos produzidos por outros. Segundo estas autoras, para que isso ocorra, é necessário que, em contextos argumentativos, os estudantes: (i) gerem proposições, soluções e questões na resolução de problemas; (ii) escolham entre duas ou mais explicações ou teorias concorrentes

sobre um fenômeno; (ii) apoiem suas conclusões em evidências e justificativas de forma articulada; e (iv) falem e escrevam sobre ciência ao realizar investigações.

Muitos pesquisadores da área de Ensino de Ciências têm se preocupado não apenas em evidenciar a evolução conceitual dos estudantes a partir de propostas didáticas que fomentam a argumentação científica, mas em apresentar a evolução da qualidade dos argumentos científicos dos estudantes ou das habilidades argumentativas (CAPECCHI; CARVALHO, 2000; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; BUGALLO RODRÍGUEZ; DUSCHL, 2000; ZOHAR; NEMET, 2002; SÁ; QUEIROZ, 2007). Na pesquisa conduzida por Jiménez-Aleixandre et al. (2000), os autores destacam que os estudantes tiveram dificuldades em utilizar justificativas para dar suporte à conexão de dados às conclusões em problemas relacionados à genética. Os autores perceberam que a falta de engajamento em atividades investigativas no Ensino de Ciências que requeriam, por exemplo, persuadir sobre a melhor explicação a partir do uso evidências, influenciou negativamente na qualidade dos argumentos dos estudantes. Por isso, eles defendem que a escola deve promover formas de engajar os estudantes em práticas autênticas da ciência de maneira intensiva e que os professores devem ter uma formação que os tornem mais conscientes desses aspectos.

Assim, em geral, existem duas vertentes de pesquisa relacionadas à argumentação e aprendizagem: *aprender a argumentar* e *argumentar para aprender* (SCHWARZ, 2009). Aprender a argumentar é um campo de pesquisas da argumentação que se preocupa em estudar como as pessoas melhoram a qualidade de seus argumentos. O foco das pesquisas é investigar as habilidades argumentativas e a qualidade ou nível dos argumentos. Argumentar para aprender se refere ao uso da argumentação e dos argumentos para proporcionar entendimento, esclarecimento de dúvidas, decisões, resoluções de conflitos e ampliar conhecimento. Schwarz (2009) afirma que essas vertentes são interdependentes, isto é, que o conhecimento prévio influencia na qualidade dos argumentos e que uma melhor argumentação acarreta em desenvolvimento conceitual.

Entretanto, a relação entre conhecimento e qualidade do argumento (isto é, se as habilidades são dependentes do conhecimento do tópico discutido) é ainda não consensual na literatura. Ao analisar entrevistas relacionadas a problemas em contextos social, Kuhn (1991) percebeu certa independência entre conhecimento e argumentação porque, em vários casos, pessoas que conseguiram, por exemplo, contra-argumentar, o fizeram para todos os tópicos da entrevista. Ao analisar as entrevistas de especialistas em cada um dos assuntos discutidos (por exemplo, um professor ao discutir sobre causas do fracasso escolar), ela não observou melhor desempenho deles. Entretanto, ao analisar a entrevista de um filósofo, ela percebeu que ele raciocinou igualmente bem em todos os tópicos. No caso do Ensino de Ciências, algumas pesquisas (por exemplo, HOGAN; MAGLIENTI, 2001; VON AUSCHNAITER et al., 2008) têm evidenciado que existe forte relação entre argumentação e conhecimento prévio, uma vez que o desenvolvimento da argumentação científica é dependente de um conjunto apropriado de conhecimentos científicos que constituem os dados e as justificativas para os argumentos. Nos contextos social e sociocientífico, estudantes podem apresentar ideias e conhecimentos desenvolvidos informalmente a partir de suas vivências cotidianas e valores éticos.

Pesquisadores têm utilizado diferentes ferramentas para diagnosticar a qualidade dos argumentos e estudar aspectos que podem contribuir para favorecer a argumentação científica e sociocientífica. Alguns utilizam estruturas provenientes de outros campos de conhecimento (direito, comunicação etc.), principalmente, o padrão de Toulmin (2006) (CAPECCHI; CARVALHO, 2000; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE ET AL., 2000; BELL; LINN, 2002; SÁ; QUEIROZ, 2007; ERDURAN, 2008; NASCIMENTO; VIEIRA, 2008; SASSERON; CARVALHO, 2011; CARMO; CARVALHO, 2012). Alguns poucos trabalhos têm recorrido à pragmatialética de van Eemeren e colaboradores (1996) (BORTOLETTO; CARVALHO, 2009; SILVA; MUNFORD, 2010) e aos esquemas argumentativos de Walton (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; PEREIRO MUÑOZ, 2002; DUSCHL, 2008; OZDEM; ERTEPINAR; CAKIROGLU; ERDURAN, 2011) como outras opções metodológicas. Alguns pesquisadores têm realizado modificações em tais instrumentos, principalmente no padrão de Toulmin, para investigar aspectos específicos do Ensino de Ciências ou tentar corrigir alguns problemas do mesmo (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE et al., 2000; ZOHAR; NEMET, 2002; OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004A; SAMPSON; CLARK, 2008). Também há aqueles que têm elaborado instrumentos mais específicos às questões de pesquisa investigadas, principalmente, preocupados com as especificidades das justificativas no contexto do Ensino de Ciências (SANDOVAL; MILLWOOD, 2008; ABI-EL-MONA; ABD-EL-KHALICK, 2011). Julgamos que a escolha da ferramenta analítica deve ser adequada ao tipo de dado e ao tipo de questão de pesquisa investigada. Isto porque dependendo do instrumento utilizado pode não ser possível captar toda a riqueza da argumentação dos estudantes (ABI-EL-MONA; ABD-EL-KHALICK, 2011). Em outras palavras, para compreender a influência de determinada sequência didática, devemos analisar não apenas suas características e o papel do professor na condução da mesma, mas se o instrumento de análise de argumentos é coerente (Erduran, 2008). Por exemplo, na pesquisa conduzida por Abi-El-Mona e Abd-El-Khalick (2011) a partir da utilização do padrão de Toulmin, os argumentos produzidos por cientistas não foram classificados como sendo de elevada qualidade, principalmente porque não houve ênfase na expressão de qualificadores e na refutação. Portanto, segundo os autores, a ênfase no descrédito de um ponto de vista (isto é, na contra-argumentação e na refutação) não é coerente quando se leva em consideração a ciência cognitiva, que demonstra que as pessoas, ao tentarem justificar uma escolha, tendem a focar em seus pontos de vista e apresentar aspectos que dão suporte aos mesmos, ao invés de desacreditar pontos de vista contrários.

Nesse trabalho, utilizamos os esquemas argumentativos de Walton como uma possibilidade de análise de argumentos. A partir da análise de nossos dados, discutimos a viabilidade do uso desta ferramenta em contraposição a outras apresentadas na literatura. Em função da estruturação da pesquisa e de seus objetivos, apresentamos uma breve revisão sobre os trabalhos de Kuhn (1991) e Walton, Reed e Macagno (2008) na seção de fundamentação teórica.

Fundamentação Teórica

O trabalho de Kuhn (1991) é um marco nos estudos sobre aprender a argumentar na área da Educação e trouxe várias implicações para o ensino e para a pesquisa no campo do Ensino de Ciências (Kuhn, 1993). No livro *"The Skills of Argument"*, a autora

relata a condução de entrevistas com 160 pessoas de diferentes idades (adolescentes, adultos nas faixas de 20 anos, 40 anos e 60 anos) e graus de escolaridade (educação básica ou ensino universitário) a respeito de problemas sociais urbanos: o que leva o retorno ao crime, o que causa o fracasso escolar, e quais as causas do desemprego. Nas entrevistas realizadas por Kuhn, as questões solicitavam dos sujeitos a explicitação das causas do problema social (teoria causal) e o fornecimento de evidências genuínas que comprovassem a causa suposta (habilidade de formular argumento). Segundo a autora, a evidência genuína seria aquela não conclusiva, distinguível da teoria causal e coerente com ela. O principal tipo de evidência genuína é a covariação, aquela em que há alguma dependência entre a causa antecedente e o resultado (por exemplo, se a causa do fracasso escolar de crianças é a família de origem, uma evidência genuína poderia ser gerada a partir de uma pesquisa das características das famílias de crianças bem e mau sucedidas na escola). Kuhn a distingue de pseudo-evidência, que pode ser entendida como um relato de cenário em que o evento ocorre (por exemplo, quando o sujeito aponta que a causa do fracasso escolar é a falta de apoio familiar e narra uma situação relacionada a esse fator que ocorreu próximo a ele, isto é, cita um exemplo ou fragmentos de uma história, mas não discute exatamente como isso pode provar a causa). Na pesquisa conduzida por Kuhn (1991), os sujeitos também foram convidados a gerar uma teoria diferente da inicial (formular argumento alternativo). Eles foram solicitados a pensar numa forma de falsificar a própria teoria (propor contra-argumento) e apresentar evidências que falsificassem o ponto de vista de outra pessoa (propor refutação). As entrevistas envolviam uma simulação de um processo social de argumentação, no qual uma suposta pessoa discutia com o sujeito entrevistado. Além disso, não foi fornecido qualquer material suporte para que os sujeitos pensassem nas causas e evidências para os problemas, isto é, eles deveriam responder com base em seus conhecimentos anteriores.

A partir da análise, Kuhn constatou que apenas: (i) 16% dos sujeitos geraram evidências genuínas para dar suporte a suas teorias para os três tópicos; (ii) 33% dos sujeitos foram capazes de propor teoria alternativa e contra-argumento para os três tópicos; e (iii) 21 a 32% (variação entre os tópicos) dos sujeitos conseguiram propor refutações integradoras (isto é, que não apenas combatiam a teoria alternativa de um sujeito a partir da apresentação de contra evidências, mas mostravam porque a teoria pessoal era mais válida). De forma geral, ela percebeu que as pessoas com maior nível educacional foram as que tiveram melhor desempenho. Ela também percebeu relações entre a visão epistemológica do sujeito e a capacidade de argumentar. Para Kuhn, apenas quando os sujeitos percebem que os conhecimentos são frutos de julgamentos, exames, comparações e avaliações de explicações que competem entre si é que eles percebem a argumentação como fundamento para o raciocínio. Assim, os sujeitos que acreditam no conhecimento como sendo absoluto (estático, verdadeiro) não estão aptos a argumentar ou, se percebem o conhecimento como crenças subjetivas livres (isto é, se aceitam que qualquer conhecimento é válido) apresentam pequena razão para argumentar ou não atribuem valor a tal ação.

Por outro lado, existem pesquisadores que têm apresentado críticas à metodologia de análise proposta por Kuhn (por exemplo, Koslowsky (1996), citado em Osborne et al., 2004a). As críticas se relacionam à ênfase adotada por Kuhn (1991) em identificar raciocínios que demonstram covariação entre teoria e dado como sendo evidências.

Segundo Koslowsky (1996), esse tipo de raciocínio não é comum em sujeitos mais novos, o que poderia explicar o baixo desempenho de alguns deles nas entrevistas. Ainda segundo o autor, o desenvolvimento de habilidades argumentativas e o uso de evidências de alta qualidade não se desenvolve naturalmente, mas mediante práticas que favoreçam o desenvolvimento desse tipo de raciocínio, considerado por alguns autores como sendo de alta ordem (ZOHAR, 2004). Somado a isso, há críticas ao fato de Kuhn esperar que os sujeitos apresentassem evidências sem que enunciados ou dados a serem analisados tivessem sido fornecidos.

No trabalho aqui discutido, nos baseamos no protocolo de entrevista proposto por Kuhn (1991) para a proposição do instrumento de coleta de dados, isto é, as questões foram propostas de modo a sondar cada uma das habilidades argumentativas estudadas por ela. Entretanto, não utilizamos o critério evidências genuínas para julgamento da ocorrência ou não de argumentos. Pelo contrário, nos baseamos na idéia de argumento plausível e nos esquemas argumentativos propostos por Walton et al. (2008) para julgar o que conta ou não como argumento.

O trabalho de Walton et al. (2008) nos auxilia a compreender os argumentos tanto no contexto cotidiano quanto no científico. Isto porque eles consideram como válidos alguns tipos de raciocínio que não são assim considerados por estudiosos da argumentação que se baseiam na lógica formal. Além disso, muitos dos raciocínios considerados por eles em seus esquemas argumentativos são bastante comuns no desenvolvimento do raciocínio científico (por exemplo, a partir do uso de evidências para fundamentar hipóteses, raciocínio de causa e efeito e abdução) (DUSCHL, 2008) (para mais detalhes, ver tabela 3). Walton et al. (2008) apresentam sessenta *esquemas argumentativos* (por exemplo, argumento de opinião de especialista, argumento de causa e efeito, argumento de analogia etc.) para fundamentar a análise mais sistemática dos tipos de argumento. Os esquemas são formas de argumento que representam estruturas de inferências dos tipos mais comuns de raciocínio num diálogo.

A proposta de argumentação de Walton se baseia, principalmente, no raciocínio “presuntivo” e no raciocínio “falsificável” ou “anulável”. No raciocínio presuntivo, a avaliação do argumento se centra na plausibilidade da conclusão em relação ao balanço das evidências diante das possíveis resoluções. A conclusão é um tipo de pressuposição, sujeita à retratação caso novas informações estejam disponíveis no processo. Em outras palavras, esse tipo de raciocínio favorece a elaboração de inferências a partir de uma evidência, o que permite que dados desconhecidos sejam presumidos e que conclusões sejam formuladas. Por exemplo, esse tipo de raciocínio está presente na tipologia de *senal* (“Isso parece pegada de urso, portanto, um urso deve ter passado por aqui.”) (WALTON et al., 2008, p. 329). O raciocínio falsificável ou anulável implica que a conclusão é retirada de um conjunto de dados válidos, mas que pode ser modificada ou abandonada caso esses dados se tornem falhos. Observamos a manifestação desse tipo de raciocínio, por exemplo, no esquema argumentativo de *gradualismo* (“Tem-se um vaso de material brilhante, que é um sólido e é maleável. Portanto, é plausível presumir que o material seja metálico.”) (WALTON et al., 2008, p. 328). Mais detalhes sobre os esquemas argumentativos são apresentados na tabela 3.

Argumentos baseados em raciocínios dessas naturezas foram, durante muitos anos, caracterizados pelos livros clássicos de lógica como falácias, com a alegação de serem um tipo de raciocínio muito subjetivo. Entretanto, recentemente as falácias informais

têm sido reconhecidas como formas válidas de raciocínio, dependendo da situação contextual (WALTON et al., 2008). Segundo os autores, os fatores contextuais são muito importantes para distinção de bons e maus argumentos (falaciosos). Nos livros de lógica, geralmente *argumentum ad populum* (argumento de apelo à opinião popular) é um tipo de falácia por levar em consideração o apelo às emoções, ao entusiasmo ou aos sentimentos coletivos de uma plateia ao impor uma conclusão sem evidências tenham sido usadas na justificativa. Entretanto, para Walton et al. (2008), o uso de emoção não é necessariamente falacioso ou errado, somente o mau uso. Para eles, existem situações do dia a dia em que tais argumentos são necessários. Por exemplo, argumento *ad hominem genérico* (utilizado para rejeitar o argumento de um indivíduo com base no seu mau caráter) pode ser aceitável no contexto cotidiano, como num debate político, mas não parece coerente para o contexto de produção de conhecimentos na ciência (apesar de na história da ciência encontramos episódios que indicam uso de argumentos dessa natureza).

A partir de buscas na literatura da área de Ensino de Ciências, verificamos nos contextos internacional e nacional poucos casos de aplicação das ideias de Walton. Assim, parece-nos que Duschl e colaboradores (DUSCHL; ELLENBOGEN; ERDURAN, 1999; DUSCHL, 2008) e Jimenez-Aleixandre e Pereiro-Munõz (2002) são os precursores do uso dos esquemas de argumentação propostos por Walton. Mais recentemente, Ozdem, Ertepinar, Cakiroglu e Erduran (2011) ampliaram o uso dos esquemas argumentativos de Walton porque utilizaram os 25 esquemas contidos na publicação de Walton (1996) para análise de argumentos de professores de ciências em formação inicial. Duschl e colaboradores utilizaram apenas nove dos 25 esquemas argumentativos, aqueles que, segundo os autores, têm mais relação com o raciocínio científico (argumento de sinal, causa e efeito, correlação com a causa, evidência para hipótese etc.) para analisar argumentos de estudantes participantes do projeto SEPIA (cujo objetivo era o desenvolvimento do raciocínio científico). Jimenez-Aleixandre e Pereiro-Munõz (2002) utilizaram apenas o argumento de opinião de especialista em virtude do contexto da situação investigada (analisar criticamente argumentos dos estudantes em relação aos de um especialista na área de engenharia). Segundo tais pesquisadores, a ferramenta de Walton se mostrou interessante nos contextos de seus estudos, principalmente porque um exame mais minucioso do discurso argumentativo no Ensino de Ciências releva que afirmações frequentemente fazem “apelos” para proposições específicas como apelos para autoridade ou para analogia. No contexto brasileiro, Correa, Mozzer e Justi (2010), fundamentados no esquema e nas questões críticas³ de argumento de analogia de Walton, buscaram perceber a validade dos argumentos elaborados por um grupo de alunos solicitados a explicar os aspectos submicroscópicos do processo de dissolução de permanganato de potássio em água, sob agitação. A análise realizada nesse trabalho exemplifica como uma questão crítica associada a um esquema de argumentação de analogia (por exemplo, “existe alguma diferença entre as situações que invalidaria a situação pensada?”) (WALTON et al., 2008, p. 329) pode ser utilizada para perceber se há necessidade de reformular o argumento ou o raciocínio analógico.

Considerando os resultados relevantes obtidos nesses estudos a partir da utilização dos esquemas argumentativos de Walton, julgamos que eles possam ser usados como

³ Utilizadas para avaliar criticamente um dado argumento em um caso particular.

critérios válidos para análise de argumentos. Além disso, julgamos que o melhor entendimento desses esquemas argumentativos pode contribuir para o campo da pesquisa e do ensino em argumentação no Ensino de Ciências.

A Pesquisa

Coleta de Dados

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas (conduzidas pela segunda autora deste trabalho) com dez estudantes de uma turma de Química do 2º ano do ensino público regular noturno composta por 38 alunos. A seleção da amostra se deu em função da disponibilidade de tempo dos estudantes (aqueles que podiam chegar pelo menos 40 minutos antes do início das aulas na escola). As entrevistas foram realizadas em dois momentos distintos: em fevereiro e em junho de 2009, antes e após o ensino dos temas químicos a partir de sequências didáticas fundamentadas em modelagem. Os estudantes pesquisados não tinham costume de realizar atividades investigativas, como a modelagem. De forma geral, o ensino da escola podia ser caracterizado como tradicional, no sentido de se basear nas transmissões de informações do livro didático ou pelo professor. A turma foi selecionada em função de o currículo da escola prever o estudo dos temas ligações químicas e interações intermoleculares no momento em que a coleta de dados deveria ocorrer e do consentimento de alunos, professora e diretora para a realização da pesquisa (previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais).

Em cada momento, os estudantes foram entrevistados com relação a dois problemas: científico e cotidiano. Todas as entrevistas foram registradas em vídeo. A proposta de utilização de dois tipos de problema se deveu à possibilidade de estudar a transferência de habilidades de um contexto ao outro. A realização da entrevista em dois momentos se deveu à possibilidade de estudar a influência da vivência das etapas da modelagem na argumentação dos estudantes.

Foram propostos protocolos de entrevista para cada um dos temas e estes foram validados previamente com amostra similar. Esse estudo piloto teve como objetivos avaliar: o tempo médio de entrevista; a conduta do entrevistador; o cumprimento aos objetivos da entrevista; a coerência das questões quanto aos conhecimentos prévios dos estudantes e a adequação da linguagem. Para mais detalhes sobre o processo de validação dos instrumentos, consultar Mendonça e Justi (2009) e Mendonça, Correa e Justi (2009).

Todos os protocolos de entrevista foram propostos segundo o modelo de Kuhn (1991), isto é, com questões que visavam sondar as habilidades de formular argumento, contra-argumento, teoria alternativa e refutação. Em virtude do tamanho dos protocolos e da limitação de espaço, os mesmos não são apresentados neste artigo. Sugerimos aos interessados consultar Mendonça e Justi (2009), Mendonça, Justi e Correa (2009) e Ibraim, Mendonça e Justi (2011) para maiores detalhes sobre os protocolos de entrevista utilizado nesta pesquisa. Aqui, comentamos apenas os aspectos essenciais para a compreensão do leitor sobre os dados analisados.

O problema cotidiano (causas do fracasso escolar) foi o mesmo nos dois momentos. O protocolo foi estruturado da seguinte forma: as questões iniciais requeriam o apontamento de uma teoria para a causa do fracasso escolar, seguido de uma evidência (por exemplo: Se você tentasse convencer alguém de que seu ponto de vista [que esta é a causa] é correto, que *evidência* [ênfase verbal] você daria para demonstrar isto?). Posteriormente, foram feitas questões que visam a formulação de um contra-argumento à teoria apresentada inicialmente (por exemplo: Suponha que alguém não concorde com seu ponto de vista sobre o que causa o fracasso dos estudantes na escola. O que essa pessoa deveria dizer para demonstrar que você está errado?). Em seguida, existiam questões que visam o desenvolvimento de uma teoria alternativa à apresentada inicialmente (exemplo: Suponha que uma pessoa lhe diga que a posição dela é diferente da sua. O que ela poderia citar como sendo a principal causa para o fracasso dos estudantes na escola?). Por fim, foram feitas questões que visam a proposição de uma refutação ao contra-argumento ou à teoria alternativa (dependendo das respostas anteriores) (exemplo: O que você poderia dizer para demonstrar que seu ponto de vista é o mais correto?).

O problema científico pré-instrução foi estruturado a partir de atividade do material IDEAS (Ideas, Evidence and Argumentation in Science Project) (OSBORNE; ERDURAN; SIMON, 2004b). Ele envolve uma discussão sobre qual dos bonecos de neve (Figura 1) derrete primeiro. Tal problema foi proposto por dois motivos. Primeiro, o problema não apresenta apenas uma solução: Fred poderia demorar mais a fundir, uma vez que seu casaco limitaria a troca de calor com o ambiente (isolante), caso a temperatura ambiente estivesse acima da temperatura de congelamento; ou Fred derreteria primeiro, pois o seu casaco absorveria os raios solares, caso a temperatura ambiente estivesse abaixo da temperatura de congelamento. Segundo, o problema envolve conceitos já supostamente estudados pelos entrevistados.

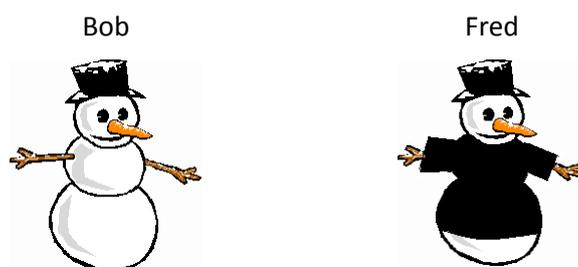
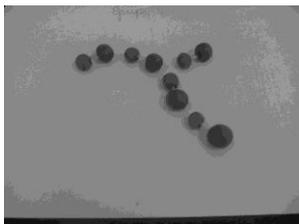


Figura 1. Bonecos de neve utilizados no problema científico pré-instrução⁴.

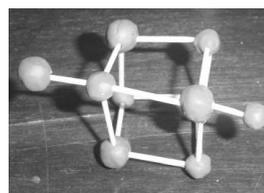
O problema científico pós-instrução envolvia os temas químicos discutidos previamente nas sequências didáticas de modelagem. Na primeira parte, a argumentação girava em torno da discussão sobre qual dos modelos (figura 2) era mais adequado para explicar as ligações e propriedades do cloreto de sódio e sobre possíveis evidências relacionadas à resposta. Assim, foram feitas perguntas como, por exemplo: Para você, qual dos dois modelos seria mais adequado para explicar as ligações químicas da substância cloreto de sódio, NaCl?; Se você tentasse convencer o aluno Mateus de que o modelo dele não é adequado, que *evidência* [ênfase verbal] você daria para demonstrar isto?.

⁴ As figuras foram apresentadas aos estudantes durante a condução das entrevistas.

Modelo 1 – Aluna Joana



Modelo 2 – Aluno Mateus

Figura 2. Modelos apresentados aos estudantes para discussão sobre as ligações do NaCl⁵.

Na segunda parte do problema científico, a argumentação envolvia a discussão sobre os modelos mais adequados para explicar as ligações e propriedades do iodo (figura 3) e sobre possíveis evidências relacionadas à resposta. Nela foram feitas questões como, por exemplo: Para você, o modelo de qual aluno é o mais adequado para explicar o que ocorre com os constituintes da substância iodo, I₂, durante o aquecimento?; Se você tentasse convencer a aluna Flávia de que o modelo dela não é adequado, que *evidência* [ênfase verbal] você daria para demonstrar isto?.

Modelo 1 – Aluna Flávia



Antes do aquecimento



Durante o aquecimento

Modelo 2 – Aluno Ricardo



Antes do aquecimento



Durante o aquecimento

Figura 3. Modelos apresentados aos estudantes para discussão sobre as interações do iodo⁶.

⁵ Eles foram escolhidos em função dos tipos de modelos propostos nas atividades de modelagem para o ensino de ligações iônicas. O modelo de Joana evidencia a concepção de ‘moléculas de NaCl’ e interações intermoleculares entre elas. O modelo de Mateus mostra várias atrações entre íons formando um retículo. Joana, Mateus e outros nomes citados aqui são fictícios.

⁶ Eles foram escolhidos em função dos modelos propostos nas atividades de modelagem para o ensino de interações intermoleculares. O modelo de Flávia evidencia a quebra de ligação covalente entre os átomos de iodo devido ao aquecimento da substância. O modelo de Ricardo evidencia o afastamento das moléculas, isto é, o enfraquecimento das interações intermoleculares, em função da mudança de estado físico.

Questões de Pesquisa

Neste trabalho, investigamos as seguintes questões de pesquisa:

- Quais são os esquemas argumentativos de Walton apresentados pelos estudantes ao responderem às questões presentes nos problemas científico e cotidiano?
- Há divergência entre os tipos de argumento apresentados nos problemas (científico e cotidiano) e em diferentes momentos (pré- e pós-instrução)? Por quê?
- Os esquemas argumentativos de Walton são adequados para analisar os argumentos expressos pelos alunos nas entrevistas? Por quê?

Análise de Dados

O livro “Argumentation schemes” de Walton et al. (2008) foi adotado como referencial de análise de argumentos nesse trabalho. O primeiro passo foi um estudo das ideias apresentadas no mesmo. Posteriormente, optamos por sintetizar uma definição e exemplos de cada um dos esquemas argumentativos. Isto foi feito visando favorecer nosso entendimento dos mesmos. Em seguida, agrupamos os esquemas argumentativos em classes similares, visando facilitar a identificação dos mesmos nos argumentos expressos pelos estudantes. A classificação é apresentada no quadro 1.

Os argumentos que têm origem no **conhecimento pessoal** (07 tipos) têm como característica recorrer aos conhecimentos, experiências, opiniões pessoais ou de um grupo (popular) para fundamentá-los. Os argumentos de **juízo de valor** (07 tipos) são aqueles no qual a argumentação se desenvolve com a intenção de invalidar/validar o argumento do sujeito através de um ataque pessoal ao caráter dele, ou seja, a credibilidade do argumento é atribuída ao caráter do orador, fazendo com que eles não tenham o intuito de refutar a ideia do outro. Os argumentos classificados como **regra e exceção** (15 tipos), como a própria classificação sugere, são validados a partir da veracidade de um conjunto de premissas. Isto que dizer que, para que uma conclusão seja aceita como verdadeira, as premissas que a seguem devem ser aceitas como verdadeiras de acordo com os critérios pré-estabelecidos. Então, se em conjunto de premissas uma não for vista como verdadeira, a conclusão também não será vista como aceitável/verdadeira. Os esquemas argumentativos de **raciocínio** (31 tipos) foram subdivididas em quatro classes. Os esquemas argumentativos embasados no **raciocínio comparativo** estabelecem comparação entre os casos, grupos e ações adotadas. Os esquemas argumentativos provenientes do **raciocínio hipotético** necessitam de hipóteses, evidências, causas e correlações para se estruturarem. Esquemas argumentativos de **raciocínio precedente** são originados a partir de uma avaliação das ações anteriores ou consequências futuras para justificar as ações seguintes a serem realizadas. No **raciocínio alternativo**, os esquemas argumentativos resultam de uma avaliação de alternativas disponíveis e da eleição da mais adequada. Exemplos de cada classe de esquema argumentativo são apresentados na seção de resultados.

Quadro 1: Classes dos esquemas argumentativos de Walton.

Esquemas argumentativos de Conhecimento Pessoal	Esquemas argumentativos de Julgamento de Valor	Esquemas argumentativos de Regra e Exceção	Esquemas argumentativos de Raciocínio
Posição de conhecimento; Opinião de especialista; Depoimento de testemunha; Opinião popular; Prática popular; Percepção; Memória	<i>Ethotic</i> ⁷ ; <i>Ad hominem</i> ⁸ Genérico; Inconsistência pragmática; Compromisso inconsistente; <i>Ad hominem</i> Circunstancial; Enviesado; <i>Ad hominem</i> Enviesado	Gradualismo; Ladeira escorregadia; Ladeira escorregadia precedente; Ladeira escorregadia <i>sorites</i> ⁹ ; Ladeira escorregadia verbal; Ladeira escorregadia completa; Constituição de regras afirmativas; Regras; Caso excepcional; Precedente; Pedido de desculpa; Classificação verbal; Definição para a classificação verbal; Imprecisão de uma classificação verbal; Arbitrariedade de uma classificação verbal	Raciocínio comparativo: Exemplo; Analogia; Raciocínio prático de analogia; Composição; Divisão; Interação de ação pessoal; Valor; Sacrifício; Grupo e seus membros; Ignorância; Epistêmico de ignorância
			Raciocínio hipotético: Causa e efeito; Correlação com a causa; Sinal; Abdução; Evidência para uma hipótese
			Raciocínio de precedente: Raciocínio prático; Raciocínio prático de duas pessoas; Desperdício; Custos irre recuperáveis; Consequência; Alternativa; Alternativa pragmática; Aviso; Apelo para o medo; Apelo para o perigo; Necessidade de ajuda; Perigo; Compromisso
			Raciocínio de alternativa: Oposição; Retórico de oposição; Alternativas

Considerando os grupos de argumentos apresentados no quadro 1, assim como a definição de cada um deles, analisamos cada um dos argumentos expressos pelos estudantes ao responder as questões da entrevista. Os autores 1 e 2 realizaram a análise de forma independente. Posteriormente, os resultados foram discutidos entre todos os autores visando checar as categorizações e discutir as divergências. Após o consenso, procedemos à discussão das questões de pesquisa. Na seção de resultados apresentamos, como exemplo, a análise das entrevistas de quatro estudantes (designados por A1, A2, A3 e A4).

Resultados

Análise dos esquemas argumentativos de Walton

Foram analisados todos os 118 argumentos expressos pelos quatro alunos. As classificações dos argumentos expressos pelos estudantes nas quatro situações (pré-

⁷ Termo grego que tem relação com 'ethos', que indica os traços característicos de uma pessoa ou grupo que, do ponto de vista cultural e social, os diferencia de outras pessoas ou grupos, atribuindo-lhe(s) valor.

⁸ Termo grego no qual a ação de argumentar implica no ataque à pessoa que profere uma opinião e não à ideia propriamente dita.

⁹ Expressão de origem grega que designa um tipo específico de polisilogismo. Um exemplo clássico de silogismo é: Sócrates é homem; todos os homens são mortais; logo, Sócrates é mortal.

instrução cotidiano (A) e científico (B) e pós-instrução cotidiano (C) e científico (D)), assim como a definição de cada um dos esquemas argumentativos identificados, estão organizados na tabela 1. Na tabela 2 são fornecidos exemplos para cada um dos 27 esquemas argumentativos efetivamente utilizados na análise. Ao registrar a ocorrência dos esquemas argumentativos, eles foram contabilizados apenas uma vez quando percebemos que havia a manifestação do mesmo tipo de raciocínio repetidamente em relação a uma mesma afirmativa (por exemplo, quando o aluno dizia recorrentemente que a causa do fracasso escolar eram as más influências utilizando um caso ocorrido com ele, classificamos o argumento apenas uma vez). Realizamos essa ação com o objetivo de não comprometer o levantamento das frequências dos esquemas argumentativos.

Tabela 1: Classificação dos argumentos dos estudantes.

Esquema argumentativo	A	B	C	D
Depoimento de testemunha: Referência à posição de conhecimento de uma testemunha sobre a veracidade de um fato.	4	2	2	1
Opinião de especialista: Referência à uma fonte externa de opinião especialista que fornece informações.	2	-	-	2
Memória: Uma pessoa "A" lembra-se de α . Lembrar de α é uma primeira razão necessária para acreditar em α . Portanto, é razoável acreditar em α .	1	1	-	-
Ladeira escorregadia: Se "A ₀ " for levado em consideração como uma proposta que inicia um desencadeamento, tomá-lo como plausível acarreta em "A ₁ ", que torna plausível "A ₂ ", e assim sucessivamente, em uma sequência (A ₂ , ... A _n). Se "A _n " é um resultado desastroso, "A ₀ " não deve ser considerado como proposta.	1	1	-	-
Caso excepcional: Se um caso de "X" é uma exceção, então a regra estabelecida pode ser dispensada para o caso "X".	1	-	-	-
Gradualismo: Uma proposição "C" é considerada verdadeira a partir de uma proposição "A" (considerada aceitável), se há uma sequência de proposições "B ₁ , B ₂ , ..., B _{n-1} , B _n , C", de forma que as seguintes condicionais são verdadeiras: se "A", então "B"; se "B ₁ ", então "B ₂ "; se "B _{n-1} ", então "B _n "; se "B _n ", então "C".	-	-	2	-
Ladeira escorregadia completa: Se o caso "C ₀ " for assumido como aceitável, então, uma série de casos (C ₁ , ..., C _n) obtidos por combinações precedentes e análogas serão tidos como aceitáveis. Isso porque há um consenso geral de que, se uma premissa é aceitável, as outras também o serão. Entretanto, "C ₀ " não pode ser tido como aceitável.	1	-	-	-
Definição para classificação verbal: α se encaixa na definição "D". Tudo que se encaixa na definição "D" tem propriedade "G". Portanto, α tem a propriedade "G".	-	-	1	-
Exemplo: Referência a exemplos, ilustrações ou modelos, usados para exemplificar uma ação ou generalização.	2	2	-	1
Sacrifício: Referência ao empenho realizado em prol de algo para atribuir importância a ele.	1	-	-	-
Grupo e seus membros: Referência à qualidade atribuída a um grupo para fazer menção à qualidade dos membros.	1	-	-	-
Analogia: Referência a um caso que é dito similar a outro.	-	-	1	-
Valor: Referência à relação entre a avaliação do sujeito sobre o objetivo e o compromisso com ele, tendo em vista o valor (positivo ou negativo) atribuído à premissa inicial.	4	3	-	-
Ignorância: Referência à condição inicial da sentença (ser verdadeira ou não) e à sua possível generalização.	1	-	-	-
Raciocínio prático analógico: Referência à ação realizada em um caso que é dito similar a outro.	-	-	-	2
Sinal: Referência a evidências, afirmativas escritas ou faladas que são utilizadas para inferir a existência de uma propriedade ou ocorrência de um evento.	6	5	1	7

Esquema argumentativo	A	B	C	D
Causa e efeito: Referência a premissas que estão casualmente ligadas por efeitos não controversos.	4	2	8	8
Correlação com a causa: Referência à correlação positiva existente entre dois eventos.	1	1	2	4
Evidência para hipótese: Referência à dependência existente entre dois eventos.	1	1	3	3
Raciocínio prático: Referência a ações que devem ser tomadas para a concretização de um objetivo.	1	1	-	-
Compromisso: α está comprometido com uma proposição "A", de acordo com alguma evidência. Geralmente, quando alguém se compromete com "A", é possível inferir que também está comprometido com "B". Nesse caso, α está comprometido com "B".	1	2	-	-
Aviso: Raciocínio prático explicitado por um sujeito diferente daquele que irá sofrer as consequências de sua ação.	1	-	-	-
Alternativa pragmática: Raciocínio prático no qual uma ação deve ser realizada para evitar consequências ruins ou indesejadas.	1	-	-	-
Alternativa: Referência às justificativas disponíveis. A conclusão é inferida por exclusão de uma das alternativas.	-	-	-	3
Retórico de oposição: Referência a um tratamento num contexto ou situação para justificar a adoção de um tratamento oposto numa situação oposta.	-	-	-	5
Abduativo: Seleção, entre as hipóteses possíveis, da mais bem sucedida (plausível) para explicar um conjunto de dado ou fatos.	-	-	-	7

Tabela 2: Exemplos dos esquemas argumentativos observados nas respostas dos estudantes.

Classe	Tipologia	Exemplo
Conhecimento Pessoal	Depoimento de testemunha	<i>O envolvimento com más companhias leva o aluno a fracassar. Até a sexta série eu era desinteressada, mas depois me afastei das companhias erradas e mudei de postura. [A3. Pré-instrução cotidiano]</i>
	Opinião de especialista	<i>O modelo 2 está mais próximo daquele que foi apresentado pela professora, consequentemente deve ser o mais adequado. [A1. Pré-instrução cotidiano]</i>
	Memória	<i>Para provar que um fator (bagunça) é a causa, é importante ver para crer. [A1. Pré-instrução cotidiano]</i>
Regra e Exceção	Ladeira escorregadia	<i>A pessoa está indo bem, mas se envolve com amigos e isso embola tudo e leva a ter notas ruins. [A3. Pré-instrução cotidiano]</i>
	Caso excepcional	<i>Geralmente aluno bagunceiro não aprende, mas há aqueles bagunceiros que se sobressaem. [A1. Pré-instrução cotidiano]</i>
	Gradualismo	<i>O casaco absorve calor, aumenta a temperatura dentro do casaco. Portanto, pode-se presumir que o Fred derrete primeiro. [A3. Pré-instrução científico]</i>
	Ladeira escorregadia completa	<i>Numa escola, as amizades ruins levam a brincadeira, zoação, conversa, o que causa o fracasso escolar. [A1. Pré-instrução cotidiano].</i>
	Definição para classificação verbal	<i>Em temperaturas muito baixas, o casaco servirá de isolante térmico. Logo, a blusa de Fred impedirá a troca de calor, por atuar como isolante térmico. [A1. Pré-instrução científico].</i>
	Ignorância	<i>Para mim todos os alunos que bagunçam e sentam no fundo da sala não conseguem prestar atenção à aula. Se você conseguir me provar que há alunos que conseguem fazer os dois, eu estarei errado. [A1. Pré-instrução cotidiano]</i>
Raciocínio	Exemplo	<i>Se o modelo 2 explica o aquecimento do iodo e sua baixa temperatura de ebulição, ele é capaz de explicar o aquecimento de todas as substância com baixa temperatura de ebulição. [A2. Pós-instrução científico]</i>
	Sacrifício	<i>Eu gasto tempo vindo da minha casa até a escola, logo escola não é lugar de brincar, é lugar de aprender. [A1. Pré-instrução cotidiano]</i>

Classe	Tipologia	Exemplo
	Grupo e seus membros	<i>Aquele aluno que é amigo ou senta perto dos bagunceiros é também um bagunceiro. [A1. Pré-instrução cotidiano].</i>
	Analogia	<i>O casaco cede calor para nós humanos, então ele também irá ceder calor para o boneco. [A4. Pré-instrução científico]</i>
	Valor	<i>O aluno fracassa na escola por julgar que a escola não é importante para ele. [A4. Pós-instrução cotidiano]</i>
	Raciocínio prático analógico	<i>A temperatura de fusão do açúcar é baixa, assim como a do iodo. Portanto o modelo 2 é capaz de explicar a fusão do açúcar. [A3. Pós-instrução científico]</i>
	Sinal	<i>O modelo para o iodo (afastamento das moléculas) não se aplica totalmente ao açúcar, porque o açúcar não ebule, mas sofre decomposição. [A1. Pós-instrução científico]</i>
	Causa e efeito	<i>Se a temperatura é elevada, os átomos estão bem ligados, a ligação entre eles é forte. [A3. Pós-instrução científico]</i>
	Correlação com a causa	<i>Quanto mais interações, maior a temperatura de fusão. [A2. Pós-instrução científico]</i>
	Evidência para hipótese	<i>Se a ligação do NaCl fosse molecular, a temperatura de fusão teria que ser baixa e seria mais fácil romper as ligações. [A2. Pós-instrução científico]</i>
	Raciocínio prático	<i>Em casa a pessoa tem problema para estudar. Então, se ela se compromete, ela deve sair para um lugar, como praças, essas coisas...para ela poder estudar. Ela poderia ir para a escola mais cedo, ir para bibliotecas e estudar. [A4. Pós-instrução cotidiano]</i>
	Compromisso	<i>Se a pessoa quer aprender, ela presta atenção e não conversa, independentemente do professor. Se ele não quer aprender, isso não ocorre. [A1. Pré-instrução cotidiano].</i>
	Aviso	<i>Você não deve seguir a cabeça dos outros, pois isso lhe fará ir mal nos estudos. [A3. Pré-instrução cotidiano]</i>
	Alternativa pragmática	<i>Se uma pessoa tem interesse de aprender, deve sentar longe das más influências. [A1. Pré-instrução cotidiano]</i>
	Alternativa	<i>Os modelos 1 e 2 podem explicar o que ocorre durante o aquecimento do iodo, mas o modelo 1 representa a quebra da ligação entre os átomos de iodo e isso não ocorre. Portanto, o modelo 2 é o que melhor explica. [A1. Pós-instrução científico]</i>
	Retórico de oposição	<i>O modelo 2, quebra das interações intermoleculares, não explica o que acontece na fusão do grafite. Porque quando o rompimento é entre as moléculas, a temperatura é baixa. Se a temperatura de fusão do grafite é alta, então não é a ligação entre as moléculas que está sendo rompida, mas as ligações entre os átomos. [A3. Pós instrução científico]</i>
Raciocínio	Abduativo	<i>Os modelos 1 e 2 podem explicar algumas características da ligação do NaCl, porém o modelo 1 é muito simplificado. Logo, o modelo 2 é o que explica com maior detalhes os aspectos da ligação. [A2. Pós-instrução científico]</i>

A análise da tabela 1 evidencia que os esquemas argumentativos de natureza **conhecimento pessoal** (depoimento de testemunha, opinião de especialista e memória) foram proferidos principalmente na discussão do tema cotidiano na entrevista pré-instrução. A discrepância dos resultados nos dois momentos do problema cotidiano pode estar associada ao fato de os alunos estarem cansados, ou não interessados em responder as questões da entrevista. Acreditamos que isto aconteceu porque, no momento pós-instrução, o problema científico foi aplicado antes do problema cotidiano e como este último era exatamente igual ao aplicado antes da

instrução, os estudantes se mostraram menos dispostos em discutir, uma vez que já haviam respondido as mesmas questões anteriormente.

A variação dos resultados nos dois problemas, cotidiano e científico, pode estar associada à própria natureza dos mesmos. A argumentação simulada por um problema do cotidiano dos estudantes pode ser discutida com base na vivência deles. Por outro lado, a argumentação científica, simulada pelos problemas científicos, necessitou de corpos de conhecimento conceitual para fundamentar os argumentos. Quando verificamos argumentos de conhecimento pessoal no caso científico, estes foram mais frequentemente proferidos na entrevista pré-instrução, pois resultaram da vivência dos alunos com situações cotidianas que os ajudaram a pensar na situação dos bonecos de neve (ver exemplo do aluno A2, a seguir). Por outro lado, o tema científico da entrevista pós-instrução (ligações químicas) não permitia que os alunos tivessem qualquer vivência no cotidiano relacionada ao mesmo. Então, os argumentos de conhecimento de valor giraram em torno de afirmar que o modelo escolhido por eles era adequado por ser igual ao elaborado por eles durante as atividades de modelagem, ou por ser próximo ao modelo apresentado em sala pela professora (ver exemplo do aluno A1, a seguir).

Blusa preta esquenta mais, pois quando a gente veste preto sente mais calor do que uma blusa branca. [Argumento de depoimento de testemunha, A2. Pré-instrução científico]

O modelo 2 está mais próximo daquele que foi apresentado pela professora, consequentemente deve ser o mais adequado. [Argumento de opinião de especialista, A1. Pós-instrução científico]

Os esquemas argumentativos de natureza **regra e exceção** apareceram quase que unicamente nas entrevistas pré-instrução. No caso do tema cotidiano, os alunos mostraram conseguir correlacionar fatores que levam ao fracasso escolar e reconhecer quando um determinado fator não é determinante (contra-argumentar). Um exemplo é apresentado na tipologia *caso excepcional*, na tabela 2. Julgamos que a situação de entrevista tenha influenciado na baixa frequência de argumentos dessa classe. Isso porque as questões podem não ter favorecido a explicitação dos raciocínios dos participantes. Além disso, nem sempre a entrevistadora teve tempo hábil para questionar mais profundamente a resposta dos alunos. Em ambos os casos, os alunos podem não ter tido oportunidade de demonstrar a análise das premissas que os conduziram à conclusão expressa. Precisamos considerar também, em virtude do ensino tradicional, que os entrevistados podiam não estar tão habituados a construir e expressar um raciocínio no qual há conexão entre as premissas (Sandoval e Millwood, 2008; Berland e Reiser, 2010).

Os esquemas argumentativos classificados como **raciocínio** foram os mais frequentes nas entrevistas. Observamos que os esquemas argumentativos ligados ao raciocínio comparativo e ao raciocínio de precedente (por exemplo, esquemas argumentativos *valor*, *sacrifício* e *ignorância* apresentadas na tabela 2) foram mais manifestados em respostas relativas ao tema cotidiano. Os esquemas argumentativos de raciocínio comparativo no problema científico (*analogia*, *raciocínio prático de analogia* e *exemplo*) foram distintos dos apresentados no problema cotidiano. Como anteriormente, julgamos que o fator proximidade com o cotidiano pode ter

contribuído para que os alunos pudessem estabelecer comparações com situações vividas por eles.

O raciocínio de *alternativa* não foi favorecido pelo contexto do cotidiano, sendo percebido apenas na entrevista pós-instrução na parte do tema científico. O problema cotidiano não oferecia oportunidade para a explicitação desse tipo de raciocínio, uma vez que a hipótese para o fracasso escolar era criada pelos alunos, isto é, eles não a escolhiam entre um conjunto de prováveis teorias para a causa do fracasso escolar. Diferente da entrevista pré-instrução tema científico, na entrevista pós-instrução tema científico os estudantes analisavam dois modelos e elegiam aquele que melhor explicava os dados ou que melhor se adequava ao conhecimento que eles tinham sobre as ligações do cloreto de sódio ou as interações intermoleculares do iodo (ver tabela 2, esquemas argumentativos *alternativa*, *abdução*, *retórico de oposição*). Tal aspecto demonstra que as críticas ao instrumento de Kuhn (1991), quanto à falta de opções para análise dos argumentos são coerentes e podem explicar parte de seus resultados pouco frequentes de expressão de teoria alternativa.

O raciocínio expresso com mais frequência ao longo de todas as entrevistas pelos estudantes (inclusive no caso pós-instrução) foi o do tipo *hipotético* (ver tabela 3, esquemas argumentativos *causa e efeito*, *evidência para hipótese*, *sinal*, *correlação com a causa*). Duschl (2008) defende que os esquemas argumentativos dessa natureza estão intimamente relacionadas com o pensamento científico. No processo de “fazer ciência” os cientistas precisam usar o raciocínio inerente a esses esquemas argumentativos, ou seja, trabalhar com evidências e com a relação delas com os fenômenos.

Ao realizar a análise, nosso foco não foi classificar como argumento científico válido apenas aquelas justificativas que demonstrassem uso adequado dos conhecimentos científicos. Classificamos como argumentos toda tentativa de justificativa de uma afirmativa, levando em consideração a ideia de argumento plausível de Walton. Entretanto, percebemos que o número de argumentos com justificativas cientificamente adequadas no momento pós-instrução foi maior do que na pré-instrução, pois no último momento todos os alunos apresentaram, em alguma resposta, argumentos contendo concepções alternativas sobre calor, como exemplificado a seguir.

Fred derrete primeiro, porque ele está com um casaco preto, que esquenta mais, logo ele irá derreter primeiro. [A3. Causa e Efeito. Pré-instrução científico]

As ligações no grafite são fortes, o que leva a um ponto de fusão alto (3000°C). As ligações no iodo (entre as moléculas) são fracas, o que leva a um ponto de fusão baixo. [A2. Causa e Efeito. Pós-instrução científico]

Apenas os esquemas argumentativos de natureza de **juízo de valor** não foram encontrados em nossa análise. Atribuímos a não manifestação de argumentos dessa natureza ao fato de os alunos não estarem inseridos em uma situação de argumentação social real, na qual existissem duas pessoas dialogando e contraposição explícitas de ideias. Esses argumentos são comuns em diálogos nos quais um sujeito defende seu ponto de vista realizando um ataque direto ao caráter da pessoa com quem argumenta. Então, a situação de entrevista não favorecia esse tipo de argumento. Salientamos que argumentos dessa natureza não são tidos como

desejáveis no contexto de ensino, no qual o objetivo é que o estudante reconheça a argumentação como um processo de justificativas de conclusões e não como uma prática focada apenas na visão ingênua de persuasão, da qual sairá um vencedor (DUSCHL; OSBORNE, 2002).

Potencialidades do uso dos esquemas argumentativos de Walton

Iniciamos esta seção comentando sobre o uso do modelo de Toulmin no Ensino de Ciências e buscando discutir alguns problemas do mesmo em relação aos esquemas argumentativos de Walton. A partir dessa discussão e da retomada de aspectos da análise de nossos dados, discutimos a utilização dos esquemas argumentativos de Walton na análise de argumentos expressos no contexto do Ensino de Ciências.

O foco do modelo de Toulmin é a análise da estrutura dos argumentos (Sampson e Clark, 2008). A maior limitação ao se utilizar o modelo de Toulmin no Ensino de Ciências consiste na distinção entre o que é dado, garantia, apoio ou conclusão ao analisar argumentos (Erduran, 2008; Nascimento e Vieira, 2008; Sampson e Clark, 2008). Segundo Kelly et al. (1998), apesar de o modelo apresentar distinções entre dados, conclusões, garantias e apoios, o esquema é restrito a argumentos relativamente curtos e, numa situação real, os componentes do argumento causam ambiguidade.

Jiménez-Aleixandre (1998) enfatiza a relevância da observação de aspectos contextuais do discurso para distinguir o que é dado, garantia, apoio e conclusão e, assim, diminuir a subjetividade das análises realizadas a partir da utilização do padrão de Toulmin. Para esta autora, embora seja importante distinguir entre os componentes do argumento, nem sempre tal distinção é uma tarefa simples ao analisar uma situação real. Além disso, dependendo da situação, é necessário avaliar o status de um determinado componente a partir do ponto de vista ontológico e seu papel no discurso. Por exemplo, algo que tem caráter de 'dado' pode assumir papel de 'justificativa' num discurso.

Para Duschl (2008), o discurso da sala de aula e sua avaliação deveriam se focar no nível de tomada de decisões (no qual a ciência é efetivamente feita) sobre 'o que conta' como dado, garantia, apoio, qualificador, refutação e conclusão, ou seja, o foco deveria estar no contexto epistêmico. Nesse sentido, Duschl (2008) considera que o modelo de Toulmin é pouco eficaz para ajudar alunos e professores a apurar 'o que conta', uma vez que tal modelo utiliza categorias muito gerais e abrangentes para caracterizar os argumentos. Na visão de Duschl, é necessário um nível mais apropriado de detalhes das justificativas.

Ao tentar analisar os argumentos dos estudantes utilizando o padrão de Toulmin experimentamos os problemas destacados por Kelly et al. (1998), isto é, em várias situações tivemos dificuldades de distinguir os componentes do argumento. Em contrapartida, a análise do contexto no qual o argumento foi formulado, isto é, o foco em 'o que conta' como justificativa (possível de ser realizado a partir dos esquemas argumentativos de Walton) nos permitiu compreender melhor os argumentos dos estudantes.

Como exemplo, consideremos o seguinte argumento: *Se a ligação do NaCl fosse molecular, a temperatura de fusão teria que ser baixa e seria mais fácil romper as ligações.* [A2, pós-instrução científico]. Nele, é difícil distinguir os componentes do argumento utilizando o modelo de Toulmin, pois o termo 'Se a ligação do NaCl fosse

molecular' pode ser classificado como um dado e 'a temperatura de fusão teria que ser baixa e seria mais fácil romper as ligações' seria uma conclusão. Por outro lado, 'Se a ligação do NaCl fosse molecular' poderia ser classificado como conclusão, 'a temperatura de fusão teria que ser baixa' seria um dado, e 'seria mais fácil romper as ligações' poderia ser um apoio. No contexto da entrevista, não é possível definir qual das classificações seria mais adequada. Em contrapartida, utilizando os esquemas argumentativos de Walton, classificamos esse argumento como *evidência para hipótese* pela clareza no fato de que 'Se a ligação do NaCl fosse molecular' é uma hipótese lançada pelo sujeito, subsidiada pelas evidências 'a temperatura de fusão teria que ser baixa' e 'seria mais fácil romper as ligações'. O uso do esquema argumentativo nos fez perceber o raciocínio empregado pelo aluno para fundamentar seu argumento, isto é, que ele fez uso de uma afirmativa hipotética para afirmar que, caso ela fosse verdadeira, não faria sentido a elevada temperatura de fusão do NaCl e, conseqüentemente seria energeticamente mais fácil romper as ligações. Portanto, tendo em vista os objetivos deste trabalho, a análise do contexto da entrevista e o conseqüente entendimento do tipo de raciocínio do estudante ('o que conta' como justificativa) permitiram uma melhor classificação dos argumentos.

Nossos dados também evidenciam a viabilidade de analisar argumentos segundo Walton em termos da ênfase atribuída por Kuhn às evidências genuínas. Muitos dos argumentos classificados em nossa análise como válidos não o seriam por Kuhn, uma vez que mesmo os estudantes trazendo exemplos e dados, eles não necessariamente o fizeram mostrando covariação entre causa e efeito, o que não é válido para a autora. Consideremos o seguinte exemplo: "(*Por que você acha que esta é a causa principal?*) Porque eu já vi isso acontecer próximo a mim. Eu tive amigos que falharam. Eles foram tão pressionados a fazer tudo de forma tão correta que cansaram cedo e ficaram preguiçosos e só queriam sair com os colegas." (Kuhn, 1991, p. 81). Kuhn não classifica a resposta como argumento porque o sujeito apenas narrou uma situação que ocorreu próximo a ele, isto é, citou um exemplo, ou fragmentos de uma história, e não exatamente como isso pode provar a causa. Por outro lado, a resposta poderia ser classificada como argumento válido segundo Walton, pois ele prevê que a utilização de experiências do orador pode fundamentar uma forma de argumentar (argumento de *depoimento de testemunha*).

Ainda com relação ao trabalho de Kuhn, é importante destacar que, no contexto das entrevistas analisadas neste trabalho, os sujeitos não tiveram acesso a dados externos além daqueles que eles traziam em sua estrutura cognitiva. Justamente por isso, julgamos que seja aceitável classificar como válidos argumentos de conhecimento pessoal em contexto cotidiano e trabalhar com a ideia defendida por Walton de argumento presuntivo. Assim, os problemas aqui apontados na análise de Kuhn, à luz das ideias de Walton, podem auxiliar a explicar o motivo do baixo percentual de classificação de argumentos válidos pelos sujeitos nas entrevistas conduzidas pela pesquisadora.

Finalmente, julgamos importante destacar que, no trabalho de Kuhn (1991), não existia uma dependência entre os conhecimentos prévios dos sujeitos e os argumentos expressos pelos mesmos na discussão dos temas. No contexto do Ensino de Ciências, no qual as justificativas necessitam um corpo de conhecimentos específicos, apenas a

utilização da ideia de evidências genuínas não nos parece útil, conforme evidenciado pelos aspectos discutidos anteriormente.

Conclusões

Nossa primeira questão de pesquisa gerou a investigação de quais dos esquemas argumentativos de Walton foram apresentados pelos estudantes ao responderem às questões presentes nos problemas científicos e cotidiano. Nossa análise apontou a ocorrência de 118 argumentos, que puderam ser classificados em 27 esquemas argumentativos. Estes eram dos tipos conhecimento pessoal, regra e exceção e raciocínio.

Com relação à segunda questão de pesquisa, nossos dados reforçam a ideia de que o argumento está diretamente relacionado ao contexto no qual ele é formulado (Hogan e Maglienti, 2001; Cross et al., 2008; von Auschnaiter et al., 2008; Walton et al., 2008; Ryu e Sandoval, 2012). Isto porque notamos a maior ocorrência de argumento do tipo *natureza de conhecimento pessoal* nas entrevistas do âmbito cotidiano quando comparadas com as entrevistas científicas e, ainda, que nenhum argumento do tipo *natureza julgamento de valor* foi proferido ao longo das entrevistas. Observamos também que alguns argumentos, como os de *raciocínio de alternativa*, só foram proferidos na entrevista pós-instrução durante a discussão do tema científico, ou seja, quando os estudantes tinham que escolher entre as hipóteses (modelos) disponíveis. Então, a partir da análise realizada neste trabalho, é plausível a afirmação que há divergência na argumentação desenvolvida nos dois contextos (cotidiano e científico), uma vez que constatamos que contextos próximos à realidade dos alunos favorecem a argumentação com base nas experiências, crenças e vivências pessoais.

Com relação à divergência da argumentação nos momentos pré- e pós-instrução, notamos que a argumentação desenvolvida no contexto do cotidiano não apresentou mudanças significativas. Mesmo não sendo possível comparar os resultados dos dois problemas científicos (porque eles são diferentes), é importante salientar que observamos que no momento pós-instrução os estudantes utilizaram as evidências mais frequentemente para inferir suas conclusões e trabalharam melhor o relacionamento delas com os fenômenos (resultando no aumento da frequência dos esquemas argumentativos do tipo *signal* e *correlação com a causa*). Além disso, constatamos que no problema científico pós-instrução houve preponderância de ideias científicas válidas nos argumentos (o que não constatamos no problema científico pré-instrução com tanta frequência) e ocorrência de argumento do tipo *abdução*. Estes resultados parecem indicar que a participação em atividades de modelagem influenciou na argumentação científica dos estudantes, pois favoreceu o desenvolvimento de conhecimentos coerentes com os modelos científicos relacionados às ligações químicas e interações intermoleculares, assim como o desenvolvimento de raciocínios comuns da prática científica (causalidade, lançamento de hipóteses e busca de dados para comprová-las, escolha entre teorias rivais, comparações entre casos) (Duschl, 2008). Entretanto, não percebemos influência da modelagem na argumentação no âmbito cotidiano.

Assim, este trabalho contribui para a literatura da área de argumentação no Ensino de Ciências em dois aspectos: primeiro, evidenciando a modelagem como uma estratégia de ensino válida para fomentar a argumentação científica (para mais detalhes, consultar Mendonça e Justi, no prelo); segundo, dando suporte à afirmativa de que as habilidades argumentativas são influenciadas pelos conhecimentos prévios.

Com relação à terceira questão de pesquisa, neste trabalho demonstramos algumas das potencialidades dos esquemas argumentativos de Walton levando em consideração a análise realizada e outros instrumentos disponíveis na literatura. Julgamos que isso seja relevante para aqueles pesquisadores interessados em opções metodológicas para análise de argumentos no contexto do Ensino de Ciências. Concordamos com Sampson e Clark (2008) e Erduran (2008) sobre a importância de o pesquisador estar atento aos objetivos da investigação a fim de escolher a melhor metodologia de análise ou adaptar uma metodologia que se adeque aos objetivos de sua pesquisa. Neste estudo, apresentamos os esquemas argumentativos de Walton como uma possibilidade de análise levando em conta as considerações de Jiménez-Aleixandre (1998) e Duschl (2008) quanto ao modelo de Toulmin. Ao invés de analisar os componentes do argumento, levamos em consideração o tipo de raciocínio empregado pelo aluno para justificar suas ideias. Percebemos que tal forma de categorização foi relevante porque evidenciou o uso de vários tipos de justificativas inerentes ao pensamento científico, além de diminuir as subjetividades da análise ao distinguir os componentes do modelo de Toulmin. Também evidenciamos que os esquemas argumentativos de Walton possibilitaram uma maior valorização dos tipos de argumentos dos sujeitos apresentados nas entrevistas em relação à avaliação proposta por Kuhn (1991), pois a análise não se focou nas evidências genuínas, mas no conteúdo dos “apelos” à proposição específicas (Duschl, 2008).

Implicações Educacionais e para a Pesquisa

A partir da análise realizada neste trabalho, reafirmamos que as vertentes *aprender a argumentar* e *argumentar para aprender* estão relacionadas. Isso implica na necessidade de professores de Ciências buscarem estratégias de ensino que visem o desenvolvimento conceitual a partir da argumentação dos estudantes. A literatura tem apontado o uso das atividades investigativas para essa finalidade (Jiménez-Aleixandre, 2008; Berland e Reiser, 2009; Jiménez-Aleixandre e Puig Mauriz, 2010). Tais práticas devem levar os estudantes a desenvolver uma visão epistemológica de ciência enquanto processo avaliativo, no qual alguns modelos são melhores do que outros devido ao julgamento baseado nas abrangências e limitações dos mesmos por meio de argumentos a favor e contra cada modelo. Considerando os resultados das pesquisas realizadas em nosso grupo (Paganini, 2012; Mendonça e Justi, in print) destacamos a modelagem como estratégia de ensino válida para o desenvolvimento do raciocínio presuntivo e para favorecer a compreensão de conceitos.

Além disso, julgamos que o uso dos esquemas argumentativos e das questões críticas a elas associadas pode ser relevante para a favorecer a ocorrência de situações argumentativas em sala de aula e para a pesquisa que visa a compreensão da argumentação social. Isto porque, em sala de aula, após identificação de determinados esquemas argumentativos utilizados pelos estudantes, o professor pode fazer uso das

questões críticas associadas a eles para proporcionar aos alunos a percepção das falhas nos argumentos e possíveis refutações às suas linhas de raciocínio (CORREA et al., 2010).

Na literatura sobre argumentação, encontramos críticas tecidas ao trabalho de Walton (BLAIR, 2001). Uma delas, que julgamos relevante para os fins de pesquisa na área de Ensino de Ciências, é a falta de ligação entre um esquema e as questões críticas associadas a ele. Isto porque Walton simplesmente cita uma lista de questões sem especificar o que motivou a elaboração das mesmas e/ou os critérios para considerar uma lista de questões como completa ou não. Nesse sentido, dependendo do objetivo da pesquisa, torna-se necessário perceber se as questões são pertinentes à situação analisada. Além disso, é preciso definir como fazer a conexão entre os esquemas e as questões, principalmente quando se deseja utilizar as mesmas para estimular o desenvolvimento de raciocínio dos estudantes (CORREA et al., 2010).

Os esquemas argumentativos de Walton também podem ser usados para analisar a atuação do professor em sala de aula. A classificação dos tipos predominantes de argumentos utilizados pelos professores pode se constituir de uma forma de acesso a seus valores e crenças, suas preocupações e suas concepções pedagógicas. Nesse sentido, é importante que o professor tenha noção dos esquemas argumentativos de Walton e de como eles podem ser utilizados em sala de aula. Por exemplo, em relação ao argumento de *opinião de especialista*, o professor deve tomar cuidado para que o estudante não recorra à fala do professor ou do livro didático como justificativa para algo, mas que ele possa construir suas próprias justificativas. Outro exemplo ocorre em contextos de ensino fundamentado em modelagem, nos quais é importante que o professor solicite aos estudantes que refutem os modelos dos colegas a partir de dados e justificativas, ao invés de utilizando argumentos de *juízo de valor*, isto é, argumentos que envolvem ataque pessoal ao colega que propôs um modelo diferente. Estes dois breves exemplos indicam que os esquemas argumentativos podem ser usadas de forma a contribuir para o desenvolvimento da argumentação científica em sala de aula. Para tanto, recomendamos que discussões sobre a utilização das mesmas fundamentadas em resultados de pesquisas como os aqui apresentados sejam realizadas em cursos de formação de professores.

Agradecimentos

Ao CNPq e à Universidade Federal de Ouro Preto, pelo apoio financeiro para realização e divulgação da pesquisa que originou este artigo.

Referências

ABI-EL-MONA, I.; ABD-EL-KHALICK, F. Perceptions of the Nature and 'Goodness' of Argument among College Students, Science Teachers, and Scientists. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 4, p. 573-605, 2011.

BELL, P.; LINN, M. Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. **International Journal of Science Education**, v.22, n.8, p.797-817, 2002.

BERLAND, L. K.; REISER, B. J. Making Sense of Argumentation and Explanation. **Science Education**, v. 93, n. 1, p. 26-55, 2009.

BERLAND, L. K.; REISER, B. J. Classroom Communities' Adaptations of the Practice of Scientific Argumentation. **Science Education**, v. 95, n. 2, p. 191-216, 2010.

BLAIR, A. Walton's Argumentation Schemes for Presumptive Reasoning: A Critique and Development. **Argumentation**, v. 15, p.365-379, 2001.

BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W. L. P. Temas sócio-científicos: análise dos processos argumentativos num contexto escolar. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. **Atas...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2009.

CAAMAÑO, A. Argumentar em ciencias - un elemento esencial para la educación científica y ciudadana. **Alambique**, v. 63, p. 5-10, 2010.

CAPECCHI, A. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito e dez anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 3, p. 171-198, 2000.

CARMO, A. A.; CARVALHO, A. M. P. Múltiplas linguagens e a Matemática no Processo de Argumentação em Uma Aula de Física: Análise dos Dados de um Laboratório Aberto. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, p. 209-226, 2012.

CORREA, H. L.; MOZZER, N. B.; JUSTI, R. A nova dialética e os esquemas de argumento de Walton: um estudo sobre sua aplicabilidade no estudo de argumentação em sala de aula de ciências. XV Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. **Atas...** Belo Horizonte, 2010.

CROSS, D.; TAASOBSHIRAZI, G.; HENDRICKS, S.; HICKEY, D. Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 6, p. 837-861, 2008.

DUSCHL, R. A. Quality Argumentation and Epistemic Criteria. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 159-170.

DUSCHL, R. A.; ELLENBOGEN, K.; ERDURAN, S. Understanding dialogic argumentation among middle school science students., Annual Conference of American Educational Research Association. **Atas...**, Montreal, 1999.

DUSCHL, R. A.; OSBORNE, J. Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. **Studies in Science Education**, v. 38, p. 39-72, 2002.

ERDURAN, S. Methodological Foundations of Learning Argumentation. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 47-70.

HOGAN, K.; MAGLIENTI, M. Comparing the epistemological underpinnings of students' and scientists' reasoning about conclusions. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 6, p. 663-687, 2001.

IBRAIM, S. S.; MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Avaliação de habilidades argumentativas em um problema científico. Trabalho apresentado no VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campinas, 2011.

IBRAIM, S. S.; MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Contribuições das Tipologias de Walton para Análise de Argumentos em Contextos Científico e Cotidiano. Trabalho apresentado no XVI Encontro Nacional de Ensino de Química. Salvador, 2012.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Diseño Curricular: Indagación y Razonamiento con el Lenguaje de las Ciencias. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 16, n. 2, p. 203-216, 1998.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Designing Argumentation in Learning Environments. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 91-116.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO RODRÍGUEZ, 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.; ERDURAN, S. Argumentation in Science Education: An overview. In: ERDURAN, S. e JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research**. Dordrecht: Springer, 2008. p. 3-27.

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.; PUIG MAURIZ, B. Argumentación y evaluación de explicaciones causales en ciencias: el caso de la inteligencia. **Alambique**, v.63, p.11-18, 2010.

KELLY, G. J.; DRUKER, S.; CHEN, C. Student's reasoning about electricity: combining performance assessments with argumentation analysis. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 7, p. 849-871, 1998.

KUHN, D. **The Skills of Argument**. New York: Cambridge University, 1991. 319.

KUHN, D. Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Science Thinking. **Science Education**, v. 77, n. 3, p. 319-337, 1993.

MENDONÇA, P. C. C. **Influência de Atividades de Modelagem na Qualidade dos Argumentos de Estudantes de Química do Ensino Médio**. 2011. (Doutorado) Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 284.

MENDONÇA, P. C. C.; CORREA, H. L.; JUSTI, R. Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas - Parte II: validação., Trabalho apresentado no VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. **Atas...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2009.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Proposição de um instrumento para avaliação de habilidades argumentativas - Parte I: fundamentos teóricos. Trabalho apresentado no VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. **Atas...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2009

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. Contributions of the 'model of modelling' diagram to the learning of ionic bonding: analysis of a case study. **Research in Science Education**, v. 41, p. 479-503, 2011.

MENDONÇA, P.C.C.; JUSTI, R. The relationships between modelling and argumentation from the perspective of the model of modelling diagram. **International Journal of Science Education**, no prelo.

MOZZER, N. B.; QUEIROZ, A. S.; JUSTI, R. **Proposta de ensino de introdução ao tema interações intermoleculares via modelagem**. Trabalho apresentado no VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis. **Atas...** Rio de Janeiro: Abrapec, 2007.

NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p.1-20, 2008.

OSBORNE, J. Towards a more social pedagogy in science education: the role of argumentation. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.7, n.1, p.1-17, 2007.

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, 2004a.

OSBORNE, J.; ERDURAN, S.; SIMON, S. **Ideas, Evidence and Argumentation in Science (IDEAS) Project**. London: King's College London, 2004b.

OZDEM, Y.; ERTEPINAR, H.; CAKIROGLU, J.; ERDURAN, S. The Nature of Pre-service Science Teachers' Argumentation in Inquiry-oriented Laboratory Context. **International Journal of Science Education**, v. DOI. 10.1080/09500693.2011.611835, 2011.

PAGANINI, P. **Estudo do Processo de Co-construção de conhecimento em um contexto de ensino fundamentado em modelagem**. 2012. (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 122.

RYU, S.; SANDOVAL, W. A. Improvements to Elementary Children's Epistemic Understanding From Sustained Argumentation. **Science Education**, v. 86, n. 3, p.488-526, 2012.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. Promovendo a argumentação no ensino superior de química. **Química Nova**, v. 30, p. 2035-2042, 2007.

SAMPSON, V.; CLARK, D. Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations of Future Directions. **Science Education**, v. 92, n. 3, p. 447-472, 2008.

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. 71-90.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, p. 97-114, 2011.

SCHWARZ, B. B. Argumentation and Education: Theoretical Foundations and Practices. In: MIRZA, N. M. e PERRET-CLERMONT, A.-N. (Ed.). **Argumentation and Learning**. Dordrecht: Springer, 2009. p.91-126.

SILVA, A. P. S.; MUNFORD, D. Possibilidades do uso da perspectiva pragma-dialética no estudo da argumentação no ensino de ciências. Trabalho apresentado no XV Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Belo Horizonte, 2010.

TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006. 375p.

van EEMEREN, F. H. V.; GROOTENDORST, R.; HENKEMANS, F. S.; BLAIR, J. A.; JOHNSON, R. H.; KRABBE, E. C. W.; PLANTIN, C.; WALTON, D. N.; WILLARD, C. A.; WOODS, J.; ZAREFSKY, D. **Fundamentals of argumentation theory: A handbook of historical backgrounds and contemporary developments**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1996. 424p.

von AUSCHNAITER, C.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J.; SIMON, S. 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. N. **Argumentation Schemes for Presumptive Reasoning**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1996. 218.

WALTON, D.N.; REED, C.; MACAGNO, F. **Argumentation Schemes**. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 443p.

ZOHAR, A. **Higher Order Thinking in Science Classrooms: Student's Learning and Teacher's Professional Development**. Dordrecht: Kluwer, 2004. 268.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering Student's Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 1, p. 35-62, 2002.

Submetido em setembro de 2012, aceito em abril de 2013.