

Argumentação no ensino de Química: textos de divulgação científica desencadeando debates

Elton Fabrino Fatareli
Luciana Nobre de Abreu Ferreira
Salette Linhares Queiroz

RESUMO

Pesquisas na área de educação em ciências sugerem que a argumentação desempenha um papel central na ciência e, portanto, na educação científica. No entanto, as oportunidades que os alunos têm de argumentar em salas de aula de ciências são raras. Face ao exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de uma estratégia de ensino baseada em debates sobre questões sociocientíficas de caráter polêmico na promoção da argumentação. A estratégia envolveu o trabalho em grupo e esforços individuais dentro e fora da sala de aula. Depois de receber textos de divulgação científica sobre o urânio empobrecido (UE), alunos do ensino médio solucionaram questões destinadas a guiá-los na discussão dos aspectos químicos, ambientais e econômicos do texto. O processo culminou com um debate entre grupos pró-UE e anti-UE. Para avaliar a qualidade da argumentação dos alunos, gravações de vídeo das apresentações dos grupos foram coletadas e analisadas utilizando o Modelo de Argumento de Toulmin.

Palavras-chave: Argumentação. Debate. Ensino de Química. Textos de Divulgação Científica.

Argumentation in Chemistry Teaching: Science popularization articles catalyzing debates

ABSTRACT

A large body of science education literature suggests that argumentation plays a central role in science and should therefore maintain the same centrality in science education. However, opportunities for students to engage in argumentation inside the science classroom are rare. In light of the above, the purpose of this study was to evaluate the potential of a teaching strategy based on the debate on controversial socio-scientific issues to promote argumentation. The strategy involved in-class group work and individual efforts outside the classroom. After receiving science popularization articles on depleted uranium (DU), high school students worked on a set of questions designed to guide them through key chemical, environmental, and economic aspects of the text.

Elton Fabrino Fatareli é Mestre em Química, Professor do Centro Educacional Poetisa Cecília Meireles, Pitangueiras, São Paulo. E-mail: elton.fabrino@terra.com.br

Luciana Nobre de Abreu Ferreira é Doutora em Química, Docente da Universidade Federal do Piauí/UFPI, Centro de Ciências da Natureza, Campus Universitário Ministro Petrônio Portella, Ininga, CEP 64049-550, Teresina, Piauí. E-mail: luciananobre@ufpi.edu.br

Salette Linhares Queiroz é Doutora em Química, Docente do Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, Av. Trabalhador São Carlense, 400, CP 780, 13560-970 – São Carlos, São Paulo. E-mail: salete@iqsc.usp.br

Acta Scientiae	Canoas	v.16	n.3	p.613-630	set./dez. 2014
----------------	--------	------	-----	-----------	----------------

The process culminated in a debate between pro- and anti-DU groups. To assess the quality of students' argumentation, videotapes of group presentations were collected and analyzed using Toulmin's Argument Pattern.

Keywords: Argumentation. Debate. Chemistry Teaching. Science Popularization Articles.

INTRODUÇÃO

A estratégia de aprendizagem baseada em debates tem sido apontada como vantajosa a educadores e alunos, na medida em que atende ao conjunto de posturas e ações educativas para um aprendizado significativo das ciências, ao mesmo tempo em que possibilita cumprir com o objetivo de formar o jovem cidadão (ALTARUGIO et al., 2010).

De acordo com Altarugio et al. (2010), o debate fornece um espaço adequado para que os alunos aprendam a argumentar. A troca de ideias e a construção de conhecimentos inerentes ao debate fomentam a compreensão do caráter coletivo e dinâmico do trabalho científico, o que contribui para a formação de um alunado crítico, capaz de tomar decisões relevantes frente aos problemas sociais. A participação do professor, como mediador, é fundamental, pois são inúmeras as variáveis com as quais precisa lidar. Além de acompanhar as falas dos alunos, questioná-los e propor novos elementos para discussão, este deverá dispor de atenção e de criatividade para gerenciar os imprevistos que poderão aparecer.

Diniz (2005) organizou debates em turmas do segundo ano do ensino médio, com o intuito de investigar os fatores que o condicionam. Estes, pautados em um módulo de ensino sobre fármacos, ocorreram de forma ordenada e foram planejados de maneira que houve uma ampliação das ferramentas culturais utilizadas pelos alunos, aqui entendidas como meio de mediação de caráter material (organização, registro e discussão de ideias). Os alunos também conseguiram evoluir na compreensão do conceito de interação fármaco-receptor, levando o autor a sugerir que a atividade de debate é um meio eficiente para sustentar o processo de domínio de ferramentas culturais de caráter conceitual.

Tendo em vista a discussão realizada na presente seção, acreditamos que o debate sobre uma temática sociocientífica pode contribuir para a aprendizagem de química e para a formação do cidadão, oferecendo aos alunos a oportunidade de expor suas ideias prévias a respeito de fenômenos e conceitos científicos. Além disso, acreditamos que o debate pode criar um espaço propício para que os alunos elaborem argumentos, tornando-os capazes de reconhecer as afirmações contraditórias envolvidas em determinadas questões e aquelas que dão suporte às afirmações.

Nessa perspectiva, no presente manuscrito descrevemos uma estratégia de ensino, baseada no debate de uma temática sociocientífica relacionada ao tópico *Radioatividade*. Este tema justifica-se, primeiramente, por fazer parte do conteúdo disciplinar planejado para o segundo ano do ensino médio. Em segundo lugar, por ser um conteúdo pouco trabalhado no ensino formal e que desperta interesse nos alunos e, em terceiro lugar, por ser um dos objetos de conhecimento contido na Matriz de Referência para o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), que avalia a qualidade do ensino médio no país (BRASIL, 2009).

O principal objetivo da estratégia, que foi desencadeada a partir da leitura de textos extraídos da revista *Ciência Hoje*, foi desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos. Considerações sobre a relevância da argumentação no ensino de ciências, assim como os referenciais teóricos que subsidiaram a identificação e análise da qualidade dos argumentos por eles produzidos são sucintamente apresentados a seguir.

ARGUMENTAÇÃO E O ENSINO DE CIÊNCIAS

Nos últimos anos, crescente atenção vem sendo dispensada à temática da argumentação na educação científica. Nessa perspectiva, Sá e Queiroz (2011) traçaram, recentemente, um panorama sobre as pesquisas que tratam do assunto no cenário nacional. Segundo os autores, o intuito da revisão foi “identificar os focos temáticos privilegiados por diferentes autores oriundos de diferentes instituições de ensino distribuídos nas distintas regiões brasileiras” e “verificar as principais tendências no que diz respeito ao nível de escolaridade privilegiado nas pesquisas e área de ensino envolvida” (p.14). Assim, foram analisados trabalhos apresentados em sete edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e artigos publicados em revistas avaliadas pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo programa QUALIS.

A análise revelou um crescimento no número de trabalhos sobre questões ligadas à argumentação a partir do ano de 2007, com a apresentação de um total de 31 deles nos ENPEC. No entanto, apenas doze artigos foram publicados em revistas, sendo três voltados à área de química e os demais à área de física. Foi também observado que parte considerável dos trabalhos é proveniente da região sudeste. Este fato não foi considerado surpreendente, tendo em vista que a região abriga elevado número de Instituições de Ensino Superior (IES) com forte tradição em pesquisa, além de número significativo de Programas de Pós-Graduação. Conseqüentemente, foi também verificado que as IES que figuram como as mais produtivas são a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade de São Paulo (USP). Os autores também observaram que o ensino médio foi o nível de escolaridade que recebeu maior atenção por parte dos pesquisadores.

Os trabalhos foram classificados segundo o foco temático, ou seja, de acordo com o objeto de investigação. Desse modo, as pesquisas que relacionam a argumentação e o ensino de ciências têm como principais alvos a investigação: de estratégias de ensino promotoras da argumentação; acerca do papel do professor na promoção da argumentação; sobre modelos que visam à avaliação da qualidade de argumentos produzidos por estudantes; sobre o espaço destinado à prática da argumentação em ambientes de ensino; sobre mecanismos de ensino da argumentação; de documentos produzidos sobre a argumentação (levantamentos bibliográficos acerca do assunto); sobre aspectos da argumentação existentes em materiais didáticos.

Pesquisas sobre estratégias promotoras da argumentação foram as mais recorrentes, seguidas daquelas concernentes ao papel do professor no fomento à argumentação em sala de aula. Estes focos foram os únicos tratadas nas publicações presentes nas revistas. Um

único trabalho foi identificado com relação aos mecanismos de ensino da argumentação e a aspectos da argumentação existentes em materiais didáticos. A escassez de pesquisas sobre estratégias com abordagem em questões sociocientíficas foi também destacada, muito embora esta seja amplamente recomendada por pesquisadores da área (DAWSON; VENVILLE, 2010; JIMENEZ-ALEIXANDRE; 2010; SIMON; ERDURAN; OSBORNE, 2006). Em suma, o estudo realizado sinaliza a necessidade de desenvolvimento mais vigoroso de investigações sobre os focos temáticos identificados, especialmente nas áreas de química, biologia e ciências.

REFERENCIAIS TEÓRICOS

Para a identificação dos componentes dos argumentos produzidos pelos alunos, adotamos o Modelo de Toulmin (2001). Necessitamos ainda lançar mão de metodologia proposta por Erduran et al. (2004) e modificada por Sá (2010), para realizarmos a análise da qualidade dos argumentos do ponto de vista estrutural.

O Modelo de Toulmin (2001)

Um instrumento de análise muito utilizado para investigar a argumentação científica produzida por alunos no ensino de ciências é o Modelo de Toulmin (2001), que aponta como elementos fundamentais de um argumento o dado (D), a justificativa (J) e a conclusão (C). É possível apresentar um argumento contando apenas com estes elementos, cuja estrutura básica é: “a partir de um dado D, já que J, então C”. Porém, para que um argumento seja aprimorado pode-se especificar em que condições a justificativa apresentada é válida ou não, indicando um peso para tal justificativa. Dessa forma, podem ser acrescentados ao argumento qualificadores modais (Q), ou seja, especificações das condições necessárias para que uma dada justificativa seja válida. É possível ainda especificar em que condições a justificativa não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão. Nesse caso é apresentada uma refutação (R) da justificativa. Além dos elementos já citados, a justificativa, que apresenta um caráter hipotético, pode ser apoiada em uma alegação categórica baseada em uma lei, por exemplo. Trata-se de uma alegação que dá suporte à justificativa, denominada *backing* (B) ou conhecimento básico. O *backing* é uma garantia baseada em alguma autoridade, uma lei jurídica ou científica, que fundamenta a justificativa.

Restrições ao Modelo de Toulmin (2001) são destacadas por Driver et al. (2000), como a desconsideração do contexto em que os argumentos são construídos e a falta de julgamento da sua precisão, ou seja, não é possível julgar a confiabilidade dos argumentos. Outra limitação é a desconsideração de sua construção coletiva, além de os argumentos nem sempre aparecerem de forma ordenada como indicado no Modelo, pois em salas de aula, as falas dos alunos podem se complementar e algumas justificativas podem estar implícitas.

Apesar dessas restrições, consideramos importante e sentimo-nos motivados em utilizar o Modelo como ferramenta de análise no presente trabalho. Para tanto, procuramos evitar uma análise engessada e fora de contexto. Em situações em que os argumentos foram produzidos por grupos, procuramos observar a conexão entre afirmações complementares citadas por diferentes participantes.

Metodologia de análise dos argumentos segundo Erduran et al (2004) e modificações propostas por Sá (2010)

Na metodologia proposta por Erduran et al. (2004) a qualidade dos argumentos é avaliada a partir da observação da combinação dos componentes do argumento, segundo Toulmin (2001), nas falas/textos escritos produzidos pelos alunos. Ou seja, as combinações que possuem um maior número de componentes, são típicas de um argumento mais bem elaborado.

Assim, um argumento que apresenta apenas “conclusão-dado-justificativa” é menos sofisticado do que outro que tem apenas “conclusão-dado-justificativa-refutação”. Dessa maneira, os autores sugerem combinações dupla, tripla, quádrupla ou quádrupla de componentes, como indicativas de ordem crescente de complexidade do argumento: CDJ (conclusão-dado-justificativa); CDB (conclusão-dado-*backing*); CDR (conclusão-dado-refutação); CDJB (conclusão-dado-justificativa-*backing*); CDJR (conclusão-dado-justificativa-refutação); CDJQ (conclusão-dado-justificativa-qualificador); CDJBQ (conclusão-dado-justificativa-*backing*-qualificador). Estas combinações do *Toulmin's Argument Pattern* (TAP) servem, portanto, para indicar a qualidade da argumentação dos alunos.

Em complementação à metodologia proposta por Erduran et al. (2004), adotamos as considerações de Sá (2010), a qual sugere que argumentos com a mesma combinação de componentes, porém, com uma maior quantidade de justificativas e *backings*, são mais complexos e, portanto, de melhor qualidade.

PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa descrita neste manuscrito foi realizada durante aulas de química ministradas em uma escola privada de ensino básico, localizada no município de Pitangueiras, São Paulo. Foram tomados como sujeitos vinte e quatro alunos matriculados no segundo ano do ensino médio. A coleta de dados teve a duração de três semanas.

A partir da temática escolhida, foram selecionados dois textos de divulgação científica (TDC) da revista *Ciência Hoje: A rica polêmica sobre o urânio empobrecido* (OLIVEIRA, 2007) – TDC1 e *Angra 3: uma decisão polêmica* (Furtado, 2008) – TDC2. Esta seleção foi realizada considerando a credibilidade da revista, publicada pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e facilmente encontrada pelos professores, pois costuma fazer parte do acervo de muitas bibliotecas públicas do país.

No primeiro dia de aplicação da proposta o professor ministrou uma aula expositiva dialogada sobre radioatividade, com duração aproximada de oitenta minutos, abordando os principais conceitos sobre o tema, como partículas radioativas, isótopos, fissão nuclear e meia vida. Nessa aula os alunos também foram divididos em grupos e a cada dois grupos foi entregue o mesmo TDC para leitura. Os trabalhos foram realizados em quatro grupos distintos, formados por seis alunos. Ao final da aula o professor recomendou que os alunos fizessem a leitura extraclasse individualmente para a plena realização das atividades que seriam levadas a cabo na aula seguinte.

No segundo dia de aula, os alunos foram orientados a responder um questionário sobre questões tratadas nos TDC, com o intuito de direcioná-los a uma tomada de decisão. Tal questionário foi elaborado com base no Modelo de Tomada de Decisão de Kortland (1996). Nessa aula também houve a definição dos grupos que argumentariam contra e a favor das questões tratadas nos TDC. Por exemplo, um dos grupos que leu o TDC2 deveria defender a produção e uso da energia nuclear no Brasil e o outro grupo que leu o mesmo texto deveria se posicionar contra essa questão.

Ao final da segunda aula os alunos foram orientados a efetuar outras pesquisas em outras fontes e a elaborar, individualmente, três perguntas ao grupo oponente referente à leitura. Essas questões foram trazidas pelos alunos no primeiro encontro extraclasse, que ocorreu entre a segunda e terceira aula. Nesse encontro, de aproximadamente vinte minutos, cada grupo, separadamente, tirou suas dúvidas com o professor em relação ao questionário entregue no primeiro dia de aula, e também elegeu as perguntas que seriam usadas no debate.

Na terceira aula os grupos novamente se reuniram tendo em mãos os materiais pesquisados. O professor também disponibilizou alguns textos relacionados aos temas em foco nos dois TDC. Nessa aula os grupos se organizaram e se prepararam para o debate, finalizando as questões para o grupo oponente e também buscando argumentos de defesa para os possíveis questionamentos que enfrentariam no transcorrer do debate. Um dia antes do debate, em outro encontro extraclasse, o professor reuniu-se novamente com cada um dos grupos para as últimas orientações.

Na quarta aula ocorreu o debate entre os grupos. Inicialmente, o professor enfatizou a conduta que os alunos deviam ter durante o debate, ou seja, respeitar as opiniões dos colegas, falar somente no momento em que o seu grupo estiver perguntando, respondendo ou comentando; explicou como se daria o debate (tempo para cada fala, sequência etc.); e fez o sorteio do grupo que faria a apresentação inicial. Assim, considerando o resultado do sorteio, o professor deu início ao debate sobre os assuntos pertinentes ao TDC1, que foi estruturado da seguinte forma: Cada grupo fez uma explanação inicial de dez minutos, na qual colocou sua opinião acerca da questão tratada no TDC, fazendo suas considerações iniciais. Em seguida iniciou-se a primeira rodada de perguntas. Cada grupo tinha dois minutos para fazer uma pergunta ao grupo oponente, que então tinha dois minutos para responder. Após a resposta, o grupo que fez a pergunta então tinha um minuto para comentar. Cada grupo teve oportunidade de fazer três questões ao grupo oponente.

A coleta de dados foi realizada por meio de gravações em vídeo e áudio das explicações iniciais de cada grupo e dos debates entre os grupos. As falas dos alunos referentes às explicações iniciais foram posteriormente transcritas, de modo a preservar ao máximo as suas características originais para análise. Na transcrição das falas, cada aluno recebeu uma identificação com a letra A e mais um número que correspondia ao seu número na lista de chamada.

No presente manuscrito, analisamos apenas os argumentos produzidos nas explicações iniciais dos grupos que trabalharam com o TDC1. Este TDC trata do uso crescente do urânio empobrecido, um subproduto do processo do enriquecimento da forma natural desse elemento químico, assim como dos potenciais riscos de seus rejeitos à saúde humana e ao meio ambiente. A escolha do TDC1 para apresentação da análise dos argumentos produzidos neste manuscrito foi aleatória. A análise realizada para os grupos que trabalharam com o TDC2 teria servido aos mesmos propósitos.

COMPONENTES DO ARGUMENTO IDENTIFICADOS NAS EXPLANAÇÕES INICIAIS DE CADA GRUPO

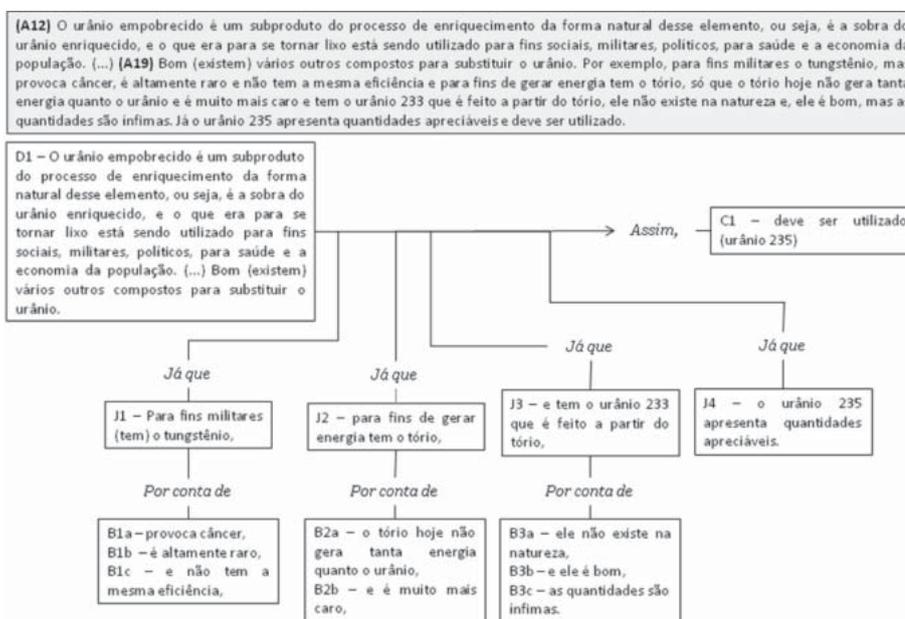
Identificamos nas explicações iniciais dos grupos que trabalharam com o TDC1 a formulação de onze argumentos, sendo seis argumentos produzidos pelo grupo favorável à utilização do urânio empobrecido (denominado de Grupo 1) e cinco do grupo que se opunha ao uso desse material (denominado de Grupo 2). Salientamos que um mesmo argumento, em algumas ocasiões, foi elaborado coletivamente por alunos distintos, porém membros do mesmo grupo. Nesses casos, conforme mencionamos anteriormente, em situações em que os argumentos foram produzidos por grupos, procuramos observar a conexão entre afirmações complementares citadas por diferentes participantes.

As Figuras de 1 a 6 ilustram os trechos das transcrições seguidas pelos esquemas dos argumentos produzidos pelo grupo favorável à utilização do urânio empobrecido e as Figuras de 7 a 11 ilustram os argumentos produzidos pelo grupo contrário à utilização do urânio.

Argumentos favoráveis à questão tratada no TDC

O primeiro argumento do Grupo 1, ilustrado na Figura 1, está relacionado às vantagens do urânio empobrecido quando comparado a outros materiais empregados para as mesmas finalidades. Para tanto, o grupo apresentou quatro justificativas, sendo cada uma delas relacionada a um material, e um total de oito *backings* relacionados à fundamentação das justificativas apresentadas.

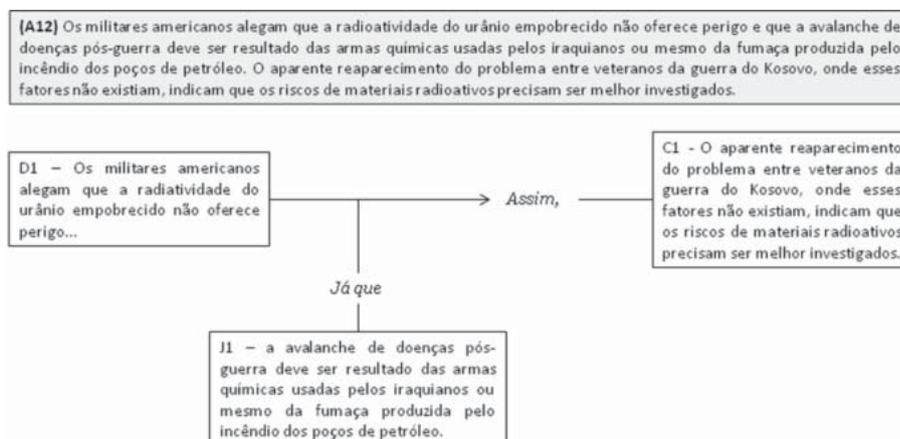
FIGURA 1 – Trecho da transcrição e esquema que representa o primeiro argumento apresentado pelo grupo favorável à questão tratada no TDC.



Esse argumento foi formulado a partir de enunciados produzidos por dois alunos diferentes. A conclusão a que os alunos chegam aparece de forma implícita, pois ao desqualificarem os possíveis substituintes do urânio, fica evidenciado que se deve utilizar o isótopo de urânio 235. Mostra-se aqui, um aspecto fundamental das explicações científicas, o qual o Modelo de Toulmin, na forma original, não contempla: a sua construção coletiva. Em ciência, os argumentos não obrigatoriamente aparecem de forma ordenada e linear, como indicado no Modelo, sendo que, em situações de ensino, as falas dos alunos podem se complementar e algumas justificativas podem estar implícitas. Essas observações já foram destacadas nos trabalhos de Villani e Nascimento (2003). Dessa forma, efetuamos algumas adaptações ao Modelo de Toulmin de modo a considerarmos, em nossas análises, as construções coletivas e desordenadas.

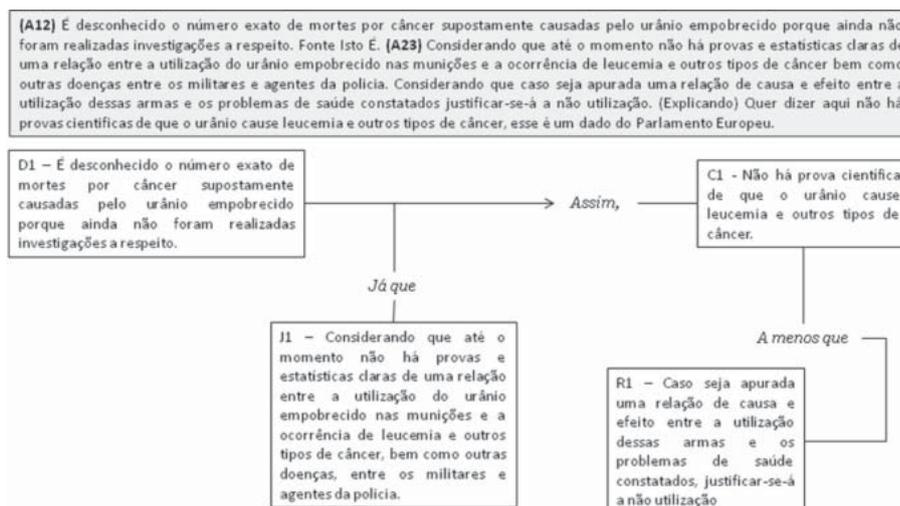
Em seu segundo argumento (Figura 2), o grupo defende que as causas dos problemas de saúde em veteranos de guerra necessitam de mais estudos, pois nas regiões de conflito houve o uso de armas químicas e incêndios de petróleo. Com esse argumento o grupo procura distanciar as causas dos problemas de saúde surgidos no período pós-guerra do uso de urânio empobrecido em armamentos bélicos. A estrutura desse argumento é composta pelos três elementos básicos de um argumento, portanto, trata-se de um argumento mais simples do que o apresentado na Figura 1.

FIGURA 2 – Trecho da transcrição e esquema que representa o segundo argumento apresentado pelo grupo favorável à questão tratada no TDC.



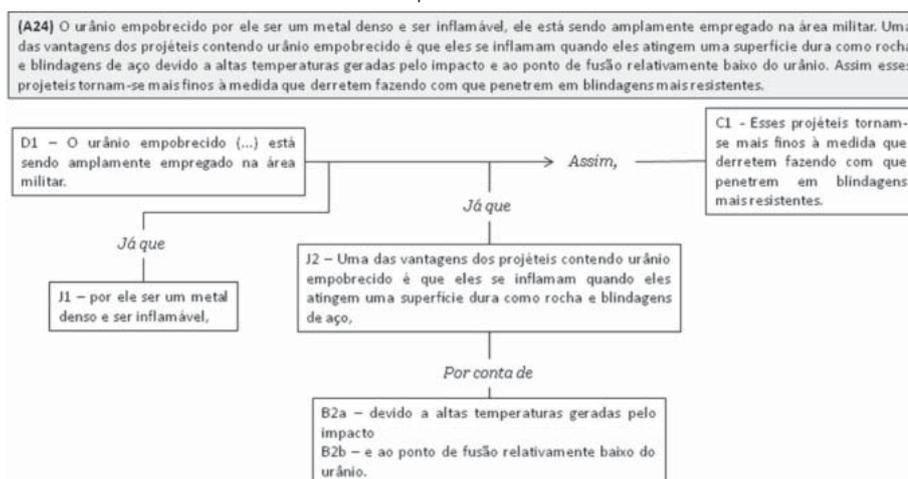
Em seguida, o grupo argumentou (Figura 3) que não há prova científica de que o urânio cause leucemia ou outros tipos de câncer. O dado desse argumento foi elaborado pelo aluno A12 e demais elementos do argumento pelo aluno A23. Podemos perceber a intenção de “reforçar” o argumento anterior com evidências estatísticas como justificativa. O grupo apresenta uma refutação que procura condicionar a não utilização do urânio empobrecido a provas científicas de seus danos à saúde.

FIGURA 3 – Trecho da transcrição e esquema que representa o terceiro argumento apresentado pelo grupo favorável à questão tratada no TDC.



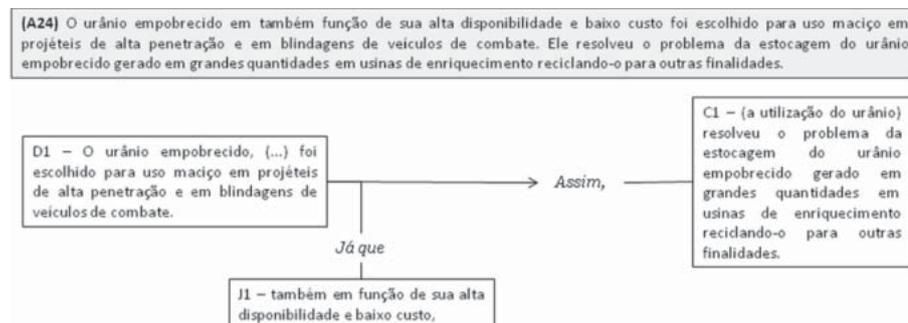
No quarto argumento (Figura 4), o grupo apresentou uma vantagem do urânio empobrecido que está relacionada a duas propriedades desse material: o fato de ser um metal denso e inflamável. Para o grupo, essas qualidades colocam o urânio em condições superiores aos outros materiais, pois proporcionam seu amplo emprego na área militar. Nesse argumento o grupo emprega duas justificativas amparadas por dois *backings*.

FIGURA 4 – Trecho da transcrição e esquema que representa o quarto argumento apresentado pelo grupo favorável à questão tratada no TDC.



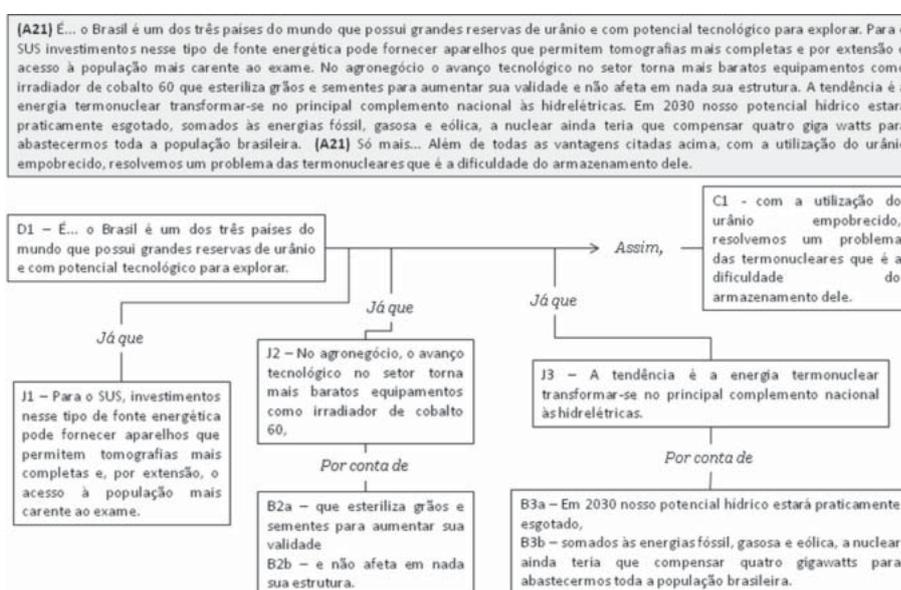
O grupo menciona em seu quinto argumento, esquematizado na Figura 5, uma relação entre o uso do urânio empobrecido e a resolução da problemática proveniente da dificuldade de armazenamento da sobra de materiais oriundos do processo de enriquecimento de urânio para geração de energia em usinas termonucleares. Como justificativa, o grupo aponta a alta disponibilidade de urânio, bem como seu baixo custo.

FIGURA 5 – Trecho da transcrição e esquema que representa o quinto argumento apresentado pelo grupo favorável à questão tratada no TDC.



Em seu sexto argumento (Figura 6), o grupo apresenta as vantagens da utilização do urânio em sua forma empobrecida para o Brasil, que é um país que possui grandes reservas de urânio. Para o grupo, o emprego desse material acarreta consequências positivas para a saúde e para o agronegócio. O grupo afirma, também, que em 2030, no Brasil, será inevitável o emprego de energia nuclear, pois o potencial hídrico estará praticamente esgotado. Por fim, o grupo aponta que o uso desse material soluciona o problema que as term nucleares enfrentarão com relação à dificuldade do armazenamento da sobra empobrecida de urânio.

FIGURA 6 – Trecho da transcrição e esquema que representa o sexto argumento apresentado pelo grupo favorável à questão tratada no TDC.



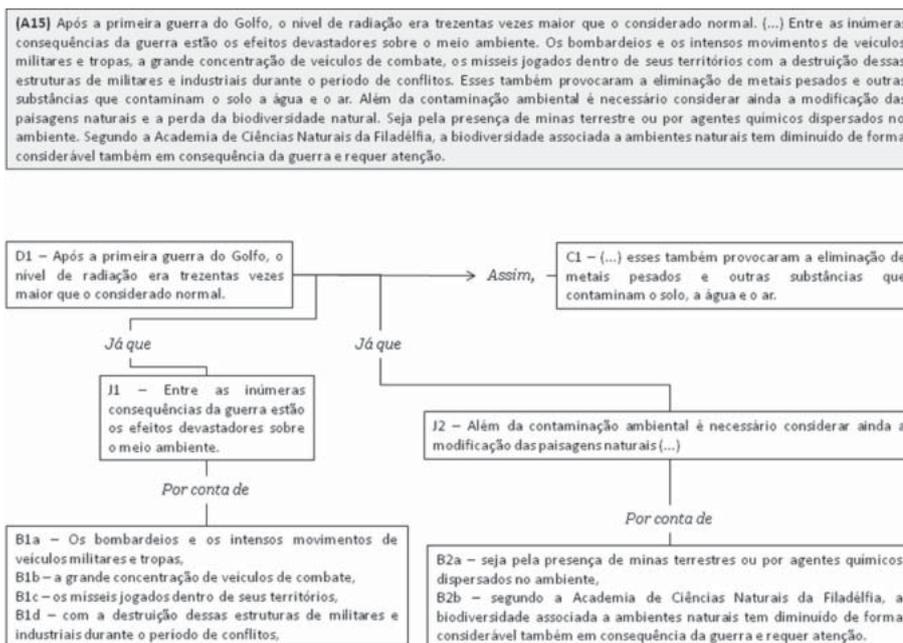
Argumentos desfavoráveis à questão tratada no TDC

O Grupo 2, que também trabalhou com o TDC1 e apresentou uma opinião contrária ao reaproveitamento do urânio empobrecido, formulou cinco argumentos durante sua apresentação oral. Esses argumentos estão representados nas Figuras de 7 a 11. Cabe esclarecer que este grupo, em sua apresentação oral, fez uso de imagens através de projeções de fotos do atentado terrorista ao *World Trade Center* e também de adultos e crianças vítimas dos efeitos da radiação.

Em seu primeiro argumento, o Grupo 2 aponta um dado relacionado ao aumento do nível de radiação na região do Golfo após a guerra e afirma que os bombardeios e outras ações dela decorrentes provocaram a eliminação de metais pesados e outras substâncias

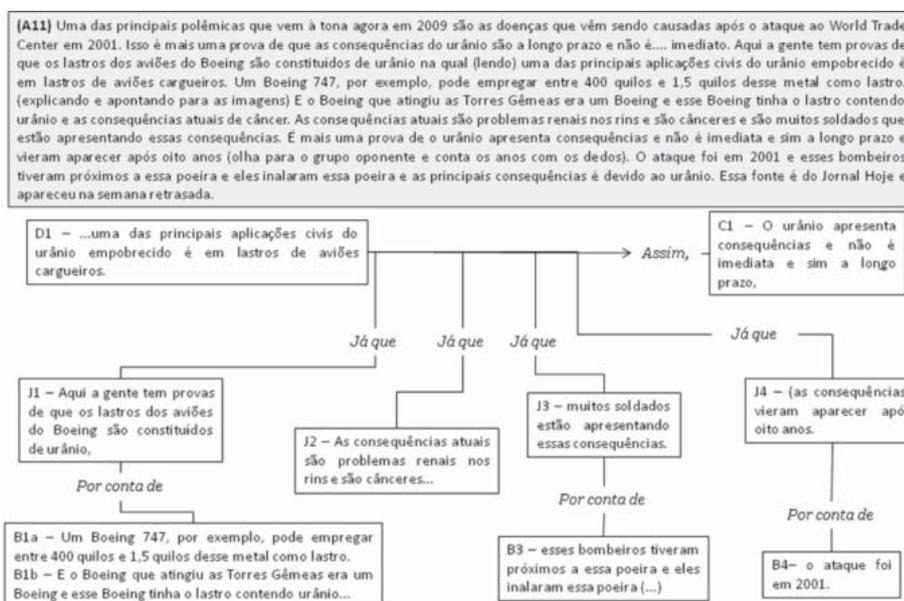
que contaminam o meio ambiente, além de outros danos. O argumento apresenta duas justificativas que se fundamentam em seis *backings*, sendo um deles uma informação da Academia de Ciências Naturais da Filadélfia.

FIGURA 7 – Trecho da transcrição e esquema que representa o primeiro argumento apresentado pelo grupo desfavorável à questão tratada no TDC.



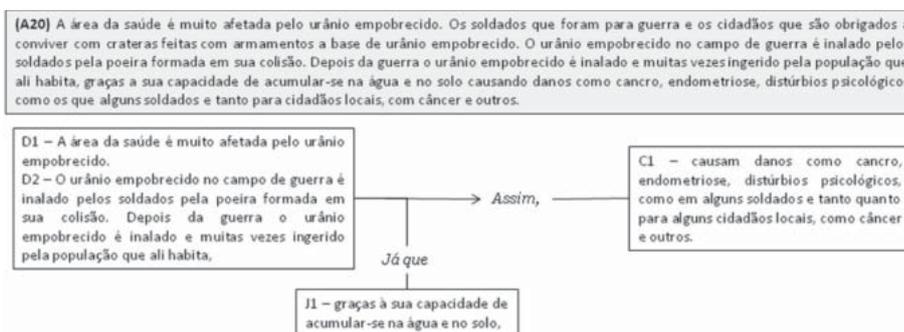
Em seguida, o grupo argumentou (Figura 8) que o fato de os bombeiros que trabalharam no socorro de vítimas após o ataque ao *World Trade Center*, em 2001, desenvolverem doenças como câncer e problemas renais está relacionado à contaminação por urânio empobrecido. Tal assertiva é justificada pelo fato de que um Boeing 747 pode empregar entre 400 quilogramas e 1,5 quilograma desse metal como lastro e, como os aviões que atingiram as torres gêmeas eram Boeings, logo os bombeiros tiveram próximos à poeira de urânio. Assim o grupo conclui que os efeitos nocivos do urânio são percebidos em longo prazo, já que os soldados apresentaram esses problemas de saúde após oito anos.

FIGURA 8 – Trecho da transcrição e esquema que representa o segundo argumento apresentado pelo grupo desfavorável à questão tratada no TDC.



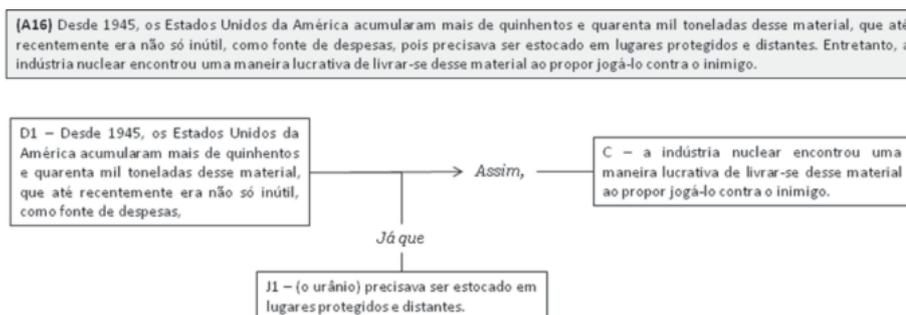
Este argumento apresenta um total de quatro justificativas e quatro *backings*. No terceiro argumento, apresentado na Figura 9, o Grupo 2 inicia indicando dois dados relacionados aos efeitos da poeira de urânio, formada na colisão e combustão desse material, à saúde. Esses efeitos estão justificados, segundo o grupo, pelo fato de o urânio se acumular na água e no solo. O grupo concluiu, ainda, que os soldados e a população civil estão sofrendo com doenças e outros distúrbios.

FIGURA 9 – Trecho da transcrição e esquema que representa o terceiro argumento apresentado pelo grupo desfavorável à questão tratada no TDC.



No quarto argumento (Figura 10) os alunos apontam o fato de os Estados Unidos da América utilizarem o urânio empobrecido em materiais bélicos com o objetivo de se livrar desse material, uma vez que o mesmo necessita ser estocado em locais protegidos e distantes, o que ocasiona altos custos ao país. Esse argumento apresenta apenas dado, justificativa e conclusão.

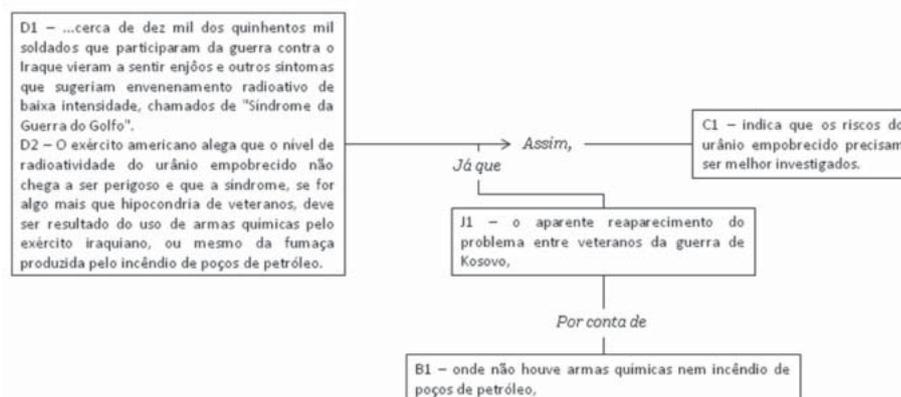
FIGURA 10 – Trecho da transcrição e esquema que representa o quarto argumento apresentado pelo grupo desfavorável à questão tratada no TDC.



Na Figura 11 está representado o esquema do argumento final do Grupo 2, que trouxe em seu bojo a dúvida que paira sobre os possíveis problemas à saúde causados pela contaminação com urânio empobrecido e a possibilidade de representar um problema de saúde em longo prazo. O argumento é justificado pelo reaparecimento do problema entre veteranos da guerra de Kosovo, onde não houve uso de armas químicas nem incêndio de poços de petróleo. Assim, o grupo conclui que os riscos à saúde ocasionados pelo urânio empobrecido precisam ser mais bem investigados.

FIGURA 11 – Trecho da transcrição e esquema que representa o quinto argumento apresentado pelo grupo desfavorável à questão tratada no TDC.

[A16] A possibilidade de isso representar um problema de saúde a longo prazo foi levantada pela primeira vez quando cerca de dez mil dos quinhentos mil soldados que participaram da guerra contra o Iraque vieram a sentir enjoos e outros sintomas que sugeriam envenenamento radioativo de baixa intensidade, chamados de "Síndrome da Guerra do Golfo". O exército americano alega que o nível de radioatividade do urânio empobrecido não chega a ser perigoso e que a síndrome, se for algo mais que hipocondria de veteranos, deve ter resultado do uso de armas químicas pelo exército iraquiano, ou mesmo da fumaça produzida pelo incêndio de poços de petróleo. Porém o aparente reaparecimento do problema entre veteranos da guerra de Kosovo, onde não houve armas químicas nem incêndio de poços de petróleo, indica que os riscos do urânio empobrecido precisam ser melhor investigados. De preferência antes da próxima intervenção americana que, vale lembrar, pode acontecer na Colômbia, junto à fronteira do Brasil. (fotos de pessoas e crianças com deformidades e vítimas de guerra).

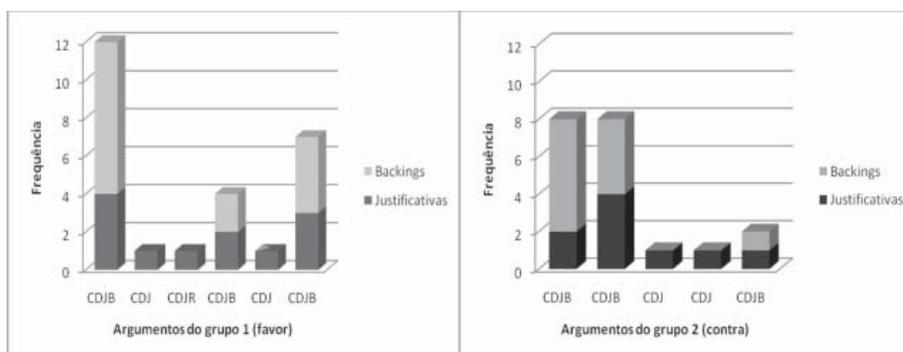


Qualidade dos argumentos favoráveis e desfavoráveis: análise comparativa

Para a análise comparativa da qualidade dos argumentos produzidos pelos dois grupos que trabalharam com o TDC1, recorremos à metodologia de análise proposta por Erduran et al. (2004), na qual a qualidade dos argumentos extraídos de falas ou textos escritos produzidos pelos alunos pode ser avaliada por meio da observação da combinação dos componentes do argumento.

Na análise realizada das apresentações orais dos dois grupos (a favor e contra o uso do urânio empobrecido) foram identificados três tipos de combinações nos argumentos produzidos. A combinação do tipo conclusão-dado-justificativa-*backing* (CDJB) foi identificada com maior frequência durante as apresentações orais, sendo três vezes no Grupo 1 e três vezes no Grupo 2, conforme ilustra a Figura 12. Nesse tipo de argumento um conhecimento básico é inserido no contexto com o propósito de dar suporte à justificativa apresentada. A combinação do tipo conclusão-dado-justificativa (CDJ) foi a segunda mais frequente tendo ocorrido duas vezes em cada grupo. A combinação do tipo conclusão-dado-justificativa-*refutação* (CDJR) foi identificada uma única vez e foi elaborada pelo Grupo 1.

FIGURA 12 – Combinações dos componentes dos argumentos nas apresentações orais dos Grupos 1 e 2 e frequência de justificativas e *backings* identificadas em cada uma das combinações.



De acordo com a metodologia proposta por Erduran et al. (2004), não há diferença entre dois argumentos que apresentem uma mesma combinação de elementos, por exemplo, a do tipo CDJB, mesmo que em um argumento haja a ocorrência de três justificativas e em outro apenas uma. Segundo Sá (2010), essa é uma limitação da referida metodologia. O autor sugere que a análise considere os argumentos que apresentam uma mesma combinação, porém com maior quantidade de justificativas e *backings*, mais complexos e, portanto, de melhor qualidade. Conforme mencionamos anteriormente, esse também é o nosso entendimento sobre a qualidade da argumentação. Assim, a Figura 12 apresenta também a frequência de justificativas e *backings* identificados em cada uma das combinações presentes nos argumentos dos Grupos 1 e 2, respectivamente.

Foram identificados seis argumentos para o Grupo 1, sendo o primeiro classificado com CDJB, já analisado e mostrado na Figura 1; o segundo um CDJ, também já apresentado na Figura 2 e assim por diante. Cada um desses argumentos está representado por uma barra na Figura 12, no gráfico referente ao Grupo 1. Conforme a Figura 12 ilustra, na primeira delas verificamos a existência de quatro justificativas e oito *backings*, enquanto que na segunda delas, que representa o segundo argumento do Grupo 1, verificamos uma justificativa, sem a ocorrência de *backing*. O mesmo raciocínio é válido para as demais combinações.

É possível observar que nas apresentações orais, tanto os membros do grupo favorável à questão, como os desfavoráveis, utilizaram um grande número de justificativas, (total de vinte e uma para os dois grupos) e *backings* (total de vinte e cinco para os dois grupos). Não havendo, de acordo com a metodologia de análise adotada, diferenças significativas no número total de justificativas e *backings* nos argumentos de cada um dos grupos. O que sugere que o posicionamento dos grupos na situação de debate não interferiu na qualidade dos argumentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos referenciais empregados, verificamos a boa qualidade das argumentações apresentadas pelos grupos do ponto de vista estrutural, grande parte delas apoiadas em justificativas e em *backings*. Não observamos diferenças significativas na qualidade dos argumentos entre o grupo que se posicionou a favor e o grupo que se posicionou contra a questão tratada no TDC.

O número de justificativas e *backings* verificados nos argumentos dos alunos em nosso trabalho e os dados encontrados por Pereira e Trivelato (2009) em atividade semelhante sugerem que há um aumento no número de *backings* nos argumentos de alunos quando o professor lhes fornece textos de apoio. Devemos considerar também que a questão em debate, de caráter predominantemente ambiental, favoreceu a elaboração de argumentos, o que vem corroborar resultados obtidos por Campaner e De Longhi (2007) e Sá e Queiroz (2009), quando analisaram a qualidade dos argumentos de estudantes que trabalharam com questões sociocientíficas de mesma natureza.

Cabe ainda destacar a diversidade da natureza dos critérios empregados no debate para a sustentação da argumentação dos estudantes, abarcando tanto aspectos científicos e ambientais, como econômicos e sociais. Nessa perspectiva, os resultados obtidos no presente trabalho sugerem que debates sobre temáticas sociocientíficas podem contribuir para o desenvolvimento do espírito crítico dos alunos e para a elaboração de argumentações e contra-argumentações.

A discussão da temática em pauta no TDC conduziu os alunos a explorarem aspectos da ciência e a analisarem criticamente suas implicações sociais, econômicas e éticas. Dessa forma, os resultados apontam esse tipo de texto como uma fonte viável de temas de grande atualidade e interesse, gerador de reflexão e debate. Os TDC se apresentam, portanto, como dignos de destaque no desenvolvimento de um ensino pautado na avaliação crítica dos impactos dos avanços científicos e tecnológicos para a sociedade, tendo em vista a construção de conhecimentos relevantes para o exercício da cidadania.

Por fim, acreditamos que os resultados obtidos no presente trabalho contribuem positivamente para a discussão de questões que permeiam as relações entre a argumentação e o ensino de ciências. De fato, estes foram colhidos no contexto da disciplina de química, área pouco explorada até o momento por investigadores no contexto nacional, e evidenciam a potencialidade do debate no fomento à argumentação no ensino médio. Ademais, o desenvolvimento da estratégia em questão se pautou na abordagem de questões sociocientíficas, também ainda pouco explorada no Brasil no âmbito das pesquisas sobre a argumentação. As discussões apresentadas, portanto, vão ao encontro de demandas apontadas no trabalho de Sá e Queiroz (2011), mencionado anteriormente.

REFERÊNCIAS

ALTARUGIO, M. H.; DINIZ, M. L.; LOCATELLI, S. W. O debate como estratégia em aulas de química. *Química Nova na Escola*, v.32, n.1, p.26-30, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº. 109, de 27 de maio de 2009. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/pdf/portaria_enem_2009_1.pdf> Acesso em: 10 out. 2011.

CAMPANER, G.; DE LONGHI, A. L. La argumentación en educación ambiental. Una estrategia didáctica para la escuela media. *Revista Electrônica de Enseñanza de las Ciencias*, v.6, n.2, p.442, 2007.

DAWSON, V. M.; VENVILLE, G. Teaching strategies for developing student's argumentation skills about socio scientific issues in high school genetics. *Research Science Education*, v.40, p.133-148, 2010.

DINIZ, M. L. *Domínio e apropriação de ferramentas culturais na aula de ciências: o debate como ação mediada*. Dissertação (Mestrado) – São Paulo: Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2005.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, v.84, n.3, p.287, 2000.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, v.88, n.6, p.915, 2004.

FURTADO, F. Angra 3: uma decisão polêmica. *Ciência Hoje*, v.43, n.254, p.40-45, 2008.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *10 ideas clave: competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó, 2010.

KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, v.80, n.6, p.673-689, 1996.

OLIVEIRA, M. F. A rica polêmica sobre o urânio empobrecido. *Ciência Hoje*, v.41, n.241, p.36-43, 2007.

PEREIRA, R. G.; TRIVELATO, S. L. F. Uma análise sobre as características de argumentos de alunos do ensino médio sobre temática sociocientífica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. *Atas...* Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.

SÁ, L. P. *Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sociocientíficas no ensino superior de química*. Tese (Doutorado) – São Carlos: Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, 2010.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. Q. Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro. *Ensaio*, v.13, n.2, p.13-30, 2011.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Estudo de casos no ensino de química*. Campinas: Átomo, 2009.

SIMON, S.; ERDURAN, S.; OSBORNE, J. Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, v.28, n.2-3, p.235-260, 2006.

TOULMIN, S. *Os usos do argumento*. Tradução Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.8, n.3, p.1, 2003.