

Argumentação no ensino de química a partir do debate de questões sóciocientíficas

Argumentation in chemistry education based on the debate on socio-scientific issues

Elton Fabrino Fatareli^{1,2}
Luciana Nobre de Abreu Ferreira²
Salette Linhares Queiroz³

¹Centro Educacional Poetisa Cecília Meireles, Rua Alagoas, 501, Pitangueiras, SP,
elton.fabrino@terra.com.br

²Departamento de Química/Universidade Federal de São Carlos, luciana@gpeqsc.com.br

³Instituto de Química de São Carlos/USP, salette@iqsc.usp.br

Resumo

Pesquisas em educação em ciências sugerem que a argumentação desempenha um papel central na ciência e, portanto, na educação científica. Contudo, as oportunidades que os alunos têm de argumentar em aulas de ciências são raras. Assim, nosso objetivo foi avaliar o potencial de uma estratégia didática baseada em debates sobre questões sóciocientíficas de caráter polêmico na promoção da argumentação. Após receberem 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 em um debate entre grupos pró-UE e anti-UE. Os argumentos dos alunos foram analisados utilizando o padrão de argumento de Toulmin e o Modelo de Análise de Argumentação Aplicável a Processos de Resolução de Questões Sóciocientíficas. Os resultados deste trabalho apontam que o debate sobre questões sóciocientíficas é uma estratégia eficaz para estimular a capacidade argumentativa dos alunos.

Palavras-chave: argumentação, debate, ensino de química.

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. Thus, 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. After receiving science popularization texts on depleted uranium (DU), elementary school students worked on a set of questions designed to guide them through key chemical, environmental, and economic aspects of the text. The process culminated in a debate between pro- and anti-DU groups. The students' arguments were analyzed using Toulmin's Argument Pattern and the Argumentation Model of Analysis Applicable to Processes of Resolution of Socio-Scientific Issues. The findings of this work support the idea that the debate based on socio-scientific issues is an effective strategy for enhancing students' ability to argument.

Keywords: argumentation, debate, chemistry education.

Introdução e justificativa

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; CHALGHOUMI; SIMONNEAUX, 2006; DE CHIARO; LEITÃO, 2005).

De acordo com De Chiaro e Leitão (2005, p.350), o debate tem como foco central a argumentação, que é vista pelos autores como “atividade social discursiva que se realiza pela justificação de pontos de vista e consideração de perspectivas contrárias (contra-argumento) com o objetivo último de promover mudanças nas representações dos participantes sobre o tema discutido”.

Apesar de já reconhecida a sua relevância para os processos de ensino e aprendizagem de ciências, a argumentação tem sido descrita como praticamente inexistente nesse contexto (NEWTON et al., 1999; QUEIROZ; SÁ, 2009). De acordo com Villas Boas (2004), quando há a criação de espaços propícios, a argumentação acerca de questões relacionadas à ciência ocorre em salas de aula com muitas interações entre os alunos, nas quais são abundantes as oportunidades de discussão sobre temas científicos/sócio-científicos de interesse dos mesmos. Assim, consideramos que a utilização de Textos de divulgação científica (TDCs) como material desencadeador de discussões sobre temáticas científicas, sociais, ambientais, políticas e econômicas pode vir a aprimorar a capacidade argumentativa dos alunos de ensino médio por meio da promoção de debates em sala de aula.

Nessa perspectiva, no presente manuscrito descrevemos uma estratégia de ensino, baseada no debate de uma temática sóciocientífica 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 este 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 intuito da estratégia, que foi desencadeada a partir da leitura de textos extraídos da revista Ciência Hoje, foi desenvolver a capacidade argumentativa dos alunos. Os referenciais teóricos que subsidiaram a identificação e análise da qualidade dos argumentos produzidos pelos estudantes são sucintamente apresentados a seguir.

Referenciais teóricos

Para a identificação dos argumentos produzidos pelos alunos, adotamos o modelo de argumento proposto por Toulmin (2001) como referencial teórico. Necessitamos ainda lançar mão da metodologia de análise dos argumentos proposta por Erduran et al. (2004) e modificada por Sá (2010), que nos permitiu qualificar os argumentos identificados.

O modelo de argumento 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 conclusão (C) e a justificativa (J). 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 completo pode-se especificar em que condições a justificativa apresentada é válida ou não, indicando um peso para tal justificativa. Desta forma podem ser acrescentados ao argumento qualificadores modais (Q), ou seja, especificações das condições necessárias para que uma

dada justificativa seja válida. Da mesma forma, é possível especificar em que condições a justificativa não é válida ou suficiente para dar suporte à conclusão. Neste 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, um lei jurídica ou científica, por exemplo, 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 aparecem 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 proposta por Erduran et al (2004)

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 “conclusão-dado-justificativa” é menos sofisticado do que outro que tem apenas “conclusão-dado-justificativa-refutação”. Desta maneira, 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), fizemos também uso da proposta por Sá (2010), na qual sugere-se que a análise dos argumentos que apresentem uma mesma combinação, porém, com uma maior quantidade de justificativas e *backings*, sejam considerados 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 TDCs 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 TDCs, 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 TDCs. 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, tirava suas dúvidas com o professor em relação ao questionário entregue no primeiro dia de aula, e também elegia as perguntas que seriam usadas no debate.

Na terceira aula os grupos novamente se reuniram tendo em mãos os materiais pesquisados e o professor também disponibilizou alguns textos relacionados aos temas em foco nos dois TDCs. 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 sofreriam 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, não agredir verbalmente os integrantes do grupo oponente, 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, ou seja, fez 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 número de chamada do aluno.

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 deste TDC 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 explicações 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.

Argumentos favoráveis à questão tratada no TDC

O primeiro argumento do Grupo 1, ilustrado a seguir, 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.

[A12] O urânio empobrecido é um subproduto do processo de enriquecimento da forma natural desse elemento, ou seja, é a sobra do urânio enriquecido, e o que era para se tornar lixo está sendo utilizado para fins sociais, militares, políticos, para saúde e a economia da população. (...) [A19] Bom, existem vários outros compostos para substituir o urânio. Por exemplo, para fins militares o tungstênio, mas provoca câncer, é altamente raro e não tem a mesma eficiência e para fins de gerar energia tem o tório, só que o tório hoje não gera tanta energia quanto o urânio e é muito mais caro, e tem o urânio 233 que é feito a partir do tório, ele não existe na natureza e ele é bom, mas as quantidades são ínfimas. Já o urânio 235 apresenta quantidades apreciáveis e deve ser utilizado.

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 não contempla, a sua construção coletiva. Em ciência, os argumentos não obrigatoriamente aparecem de forma ordenada e linear, como indicado no padrão, 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 Cappechi e Carvalho (2000) e Villani e Nascimento (2003). Dessa forma, efetuamos algumas adaptações ao modelo de Toulmin de forma a considerarmos, em nossas análises, as construções coletivas e desordenadas.

Em seu segundo argumento, 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. O referido argumento, apresentado a seguir, é composto pelos três elementos básicos de um argumento, segundo Toulmin (2001), portanto, trata-se de um argumento mais simples.

[A12] Os militares americanos alegam que a radiatividade do urânio empobrecido não oferece perigo e que a avalanche de doenças pós-guerra deve ser resultado das armas químicas usadas pelos iraquianos ou mesmo da fumaça produzida pelo incêndio dos poços de petróleo. O aparente reaparecimento do problema entre veteranos da guerra do Kosovo, onde esses fatores não existiam, indicam que os riscos de materiais radioativos precisam ser melhor investigados.

Em seguida, o grupo argumentou 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. O argumento encontra-se ilustrado a seguir.

[A12] É desconhecido o número exato de mortes por câncer supostamente causadas pelo urânio empobrecido porque ainda não foram realizadas investigações a respeito. Fonte Isto É. [A23] Considerando que até o momento não há provas e estatísticas claras de uma relação entre a utilização do urânio empobrecido nas munições e a ocorrência de leucemia e outros tipos de câncer, bem como outras doenças, entre os militares e agentes da polícia. Considerando que caso seja apurada uma relação de causa e efeito entre a utilização dessas armas e os problemas de saúde constatados, justificar-se-ão a não utilização. (Explicando) Quer dizer aqui que não há prova científica de que o urânio cause leucemia e outros tipos de câncer, esse é um dado do Parlamento Europeu.

No quarto argumento 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, estas 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*.

[A24] O urânio empobrecido, por ele ser um metal denso e ser inflamável, ele está sendo amplamente empregado na área militar. Uma das vantagens dos projéteis contendo urânio empobrecido é que eles se inflamam quando eles atingem uma superfície dura como rocha e blindagens de aço, devido a altas temperaturas geradas pelo impacto e ao ponto de fusão relativamente baixo do urânio. Assim esses projéteis tornam-se mais finos à medida que derretem fazendo com que penetrem em blindagens mais resistentes.

O grupo menciona em seu quinto argumento, 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 term nucleares. Como justificativa, o grupo aponta a alta disponibilidade de urânio, bem como seu baixo custo.

[A24] O urânio empobrecido, também em função de sua alta disponibilidade e baixo custo, foi escolhido para uso maciço em projéteis de alta penetração e em blindagens de veículos de combate. Ele resolveu o problema da estocagem do urânio empobrecido gerado em grandes quantidades em usinas de enriquecimento reciclando-o para outras finalidades.

Em seu sexto argumento 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 e apontam também, que em 2030, no Brasil, será inevitável o emprego de energia nuclear, pois o potencial hídrico estará praticamente esgotado. Por fim, apontam que o uso desse material soluciona o problema que as term nucleares enfrentarão com relação à dificuldade do armazenamento da sobra empobrecida de urânio.

[A21] É... o Brasil é um dos três países do mundo que possui grandes reservas de urânio e com potencial tecnológico para explorar. Para o SUS, investimentos nesse tipo de fonte energética pode fornecer aparelhos que permitam tomografias mais completas e, por extensão, o acesso à população mais carente ao exame. No agronegócio, o avanço tecnológico no setor torna mais baratos equipamentos como irradiador de Co-60, que esteriliza grãos e sementes para aumentar sua validade e não afeta em nada sua estrutura. A tendência é a energia term nuclear transformar-se no principal complemento nacional às hidrelétricas. Em 2030 nosso potencial hídrico estará praticamente esgotado, somados às energias fóssil, gasosa e eólica, a nuclear ainda teria que compensar quatro gigawatts para abastecermos toda a população brasileira. [A21] Só mais... Além de todas as vantagens citadas acima, com a utilização do urânio empobrecido, resolvemos um problema das term nucleares que é a dificuldade do armazenamento dele.

Devido ao espaço restrito, ficou impossibilitado mostrar os esquemas com a divisão dos componentes de todos os argumentos apresentados pelo grupo favorável à questão tratada no TDC, segundo o modelo de Toulmin (2001). Com a finalidade de ilustrar tal divisão, na Figura 1 a seguir apresentamos o esquema do sexto argumento discutido anteriormente.

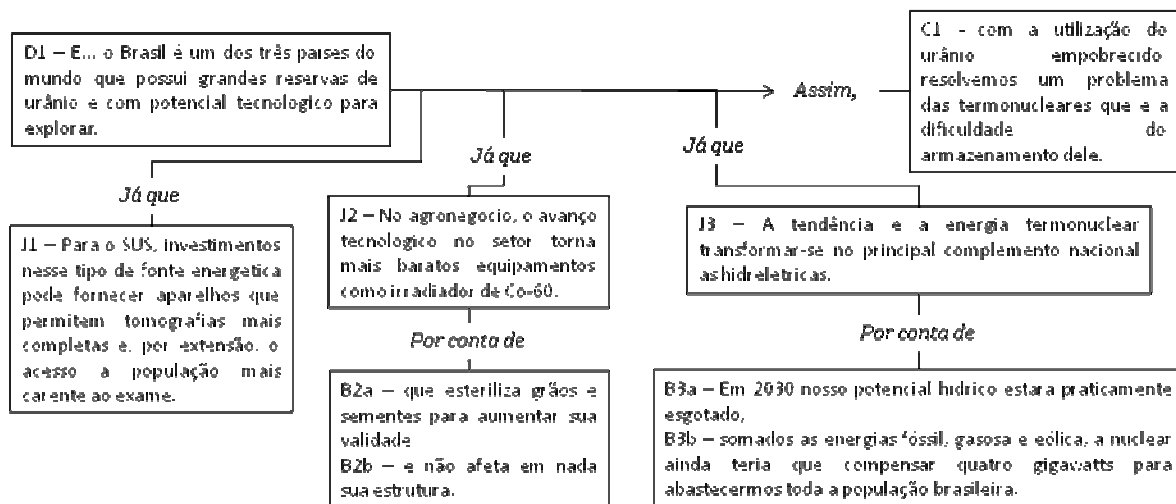


Figura 1 - Trecho da transcrição e esquema que representa o sexto argumento apresentado pelo grupo favorável à questão tratada no TDC.

Argumentos desfavoráveis à questão tratada no TDC

O Grupo 2, que também trabalhou com TDC1 e apresentou uma opinião contrária ao reaproveitamento do urânio empobrecido, formulou cinco argumentos durante sua apresentação oral. 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 decorrentes da guerra 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.

[A15] Após a primeira guerra do Golfo o nível de radiação era trezentas vezes maior que o considerado normal. Em (inaudível) essa invasão os quinze anos de balas de urânio empobrecido no VT ali estão algumas. Entre as inúmeras consequências (inaudível) guerra os efeitos devastadores sobre o meio ambiente. Os bombardeios e os intensos movimentos de veículos militares e tropas, a grande concentração de veículos de combate, os mísseis jogados dentro de seus territórios, com a destruição dessas estruturas de militares e industriais durante o período de conflitos, esses também provocarão a eliminação de metais pesados e outras substâncias que contaminam o solo, a água e o ar. Além da contaminação ambiental é necessário considerar ainda a modificação das paisagens naturais e a perda da biodiversidade natural, seja pela presença de minas terrestres ou por agentes químicos dispersados no ambiente, segundo a Academia de Ciências Naturais da Filadélfia a biodiversidade associada a ambientes naturais tem diminuído de forma considerável também em consequência da guerra e requer atenção.

Em seguida, o grupo argumentou 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 a longo prazo, já que os soldados apresentaram esses problemas de saúde após oito anos.

[A11] Uma das principais polêmicas que vem à tona agora em 2009 são as doenças que vêm sendo causadas após o ataque ao Word Trade Center em 2001. Isso é mais uma prova de que as consequências do urânio são a longo prazo e não é... imediato. Aqui a gente tem provas de que os lastros dos aviões do Boeing são constituídos de urânio na qual (lendo) uma das principais aplicações civis do urânio empobrecido é em lastros de aviões cargueiros. Um Boeing 747, por exemplo, pode empregar entre 400 quilos e 1,5 quilos desse metal como lastro. (explicando e apontando para as imagens) E o Boeing que atingiu as Torres Gêmeas era um Boeing e esse Boeing era tinha o lastro contendo urânio e as consequências atuais de câncer. As consequências atuais são problemas renais nos rins e são cânceres e são muitos soldados que estão apresentando essas consequências, é mais uma prova de que o urânio apresenta consequências e não é imediata e sim a longo prazo, e veio aparecer após oito anos (olha para o grupo oponente e conta os anos com os dedos), o ataque foi em 2001 e esses bombeiros tiveram próximos a essa poeira e eles inalaram essa poeira e as principais consequências é devido ao urânio. Essa fonte é do Jornal Hoje e apareceu na semana retrasada.

Este argumento apresenta um total de quatro justificativas e quatro *backings*. No terceiro argumento 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 e conclui que os soldados e a população civil estão sofrendo com doenças e outros distúrbios.

[A20] A área da saúde é muito afetada pelo urânio empobrecido. Os soldados que foram para a guerra e os cidadãos que são obrigados a conviver com crateras feitas com armamentos a base de urânio empobrecido. O urânio empobrecido no campo de guerra é inalado pelos soldados pela poeira formada em sua colisão. Depois da guerra o urânio empobrecido é inalado e muitas vezes ingerido pela população que ali habita, graças à sua capacidade de acumular-se na água e no solo, causando danos como cancro, endometriose, distúrbios psicológicos, como em alguns soldados e tanto quanto para alguns cidadãos locais, como câncer e outros.

No quarto argumento os alunos apontam o fato de os Estados Unidos da América (EUA) 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.

[A16] Desde 1945, os EUA acumularam mais de 540 mil toneladas desse material, que até recentemente era não só inútil, como fonte de despesas, pois precisava ser estocado em lugares protegidos e distantes. Entretanto, a indústria nuclear encontrou uma maneira lucrativa de livrar-se desse material ao propor jogá-lo contra o inimigo.

Está representado a seguir o 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 disso representar um problema de saúde a 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.

[A16] A possibilidade disso representar um problema de saúde a longo prazo foi levantada pela primeira vez quando cerca de dez mil dos 500 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 ser 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).

Do mesmo modo, com a finalidade de exemplificar a divisão dos componentes dos argumentos apresentados pelo grupo desfavorável à questão tratada no TDC, segundo o modelo de Toulmin (2001), apresentamos na Figura 2 a seguir o esquema referente ao argumento final do grupo em pauta.

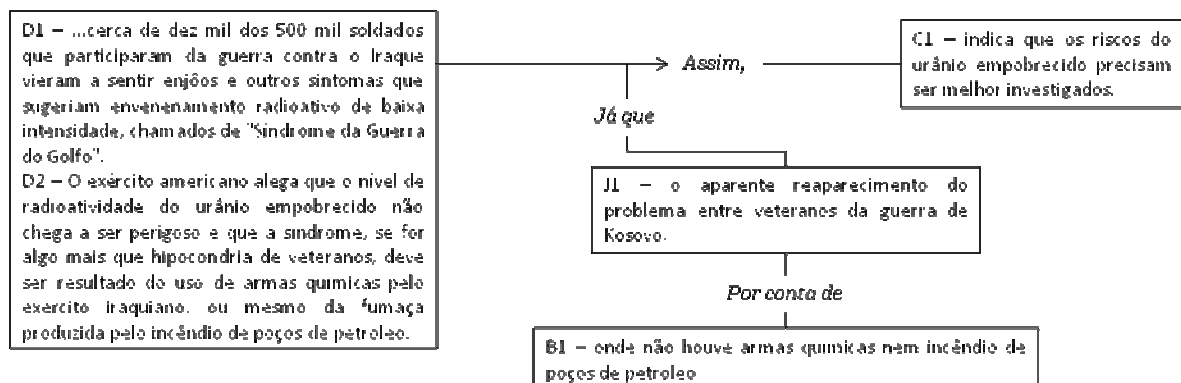


Figura 2 - Trecho da transcrição e esquema que representa o quinto argumento apresentado pelo grupo desfavorável à questão tratada no TDC.

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, recorreremos 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, segundo Toulmin (2001).

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. Nesse tipo de argumento um conhecimento básico é inserido na argumentação com o propósito de dar suporte à justificativa apresentada. A combinação do tipo Dado-Justificativa-Conclusão 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.

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, maior quantidade de justificativas e *backings* mais complexos e, portanto, de melhor qualidade. Considerando que esse também é o nosso entendimento sobre a qualidade da argumentação apresentamos, a seguir, a análise estrutural dos argumentos com as adaptações propostas pelo autor ao modelo de análise utilizado originalmente.

A Figura 3 apresenta a frequência de justificativas e de justificativas/*backings* identificadas em cada uma das combinações presentes nos argumentos dos Grupos 1 e 2, respectivamente. Por exemplo, foram identificados seis argumentos para o Grupo 1, sendo o primeiro classificado com CDJB, o segundo um CDJ e assim por diante. Cada um desses argumentos estão representados por uma barra na Figura 3 no gráfico referente ao Grupo 1. Conforme a Figura 3 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 os demais exemplos.

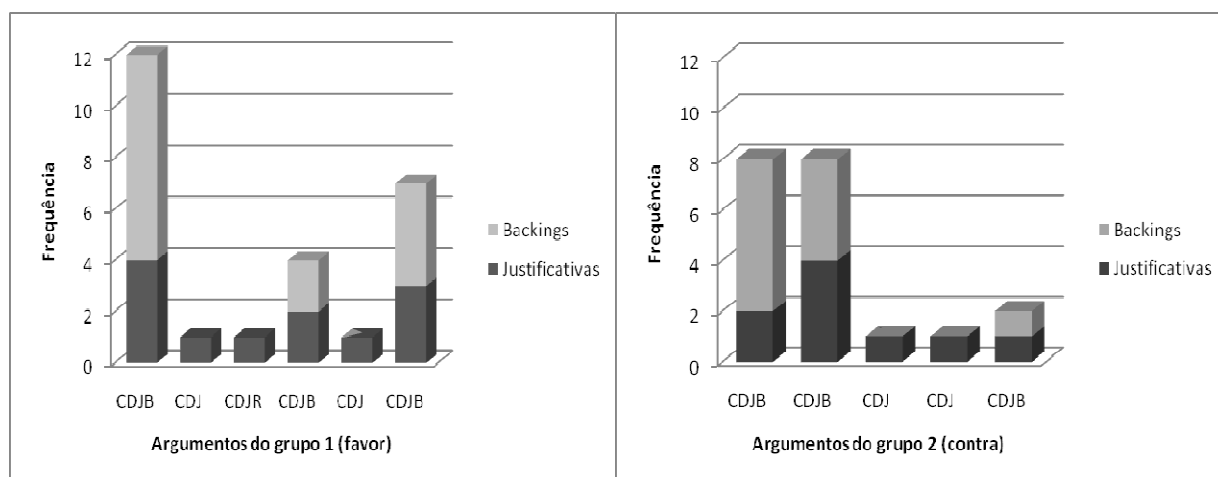


Figura 3 - Número de justificativas e *backings* nos argumentos produzidos pelos alunos.

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

Tendo em vista os trabalhos de Capecchi e Carvalho (2000); Jiménez Aleixandre e Bustamante (2003) e Sá (2010), podemos considerar que nas apresentações orais houve ocorrência de argumentação de boa qualidade, pois os argumentos foram acompanhados de abundantes justificativas, além da utilização adequada de elementos como dados, conclusões e conhecimentos básicos.

Considerações finais

Com base nos referenciais empregados, verificamos a boa qualidade das argumentações apresentadas pelos grupos, 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. Assim, diante dos resultados concluímos que o modelo de Toulmin (2001) se mostrou eficaz para analisar a qualidade da argumentação construída nas apresentações orais, e com ele foi possível identificar os elementos dos argumentos presentes no discurso dos estudantes.

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 nos sugerem que há um aumento no número de *backings* nos argumentos de alunos quando o professor fornece textos de apoio aos estudantes. Devemos considerar também que a questão em debate, por se tratar de uma questão de caráter predominantemente ambiental, favoreceu a elaboração de argumentos, o que vem ao encontro dos resultados obtidos por Campaner e De Longhi (2007) e Sá (2010), quando analisaram a qualidade dos argumentos de estudantes que trabalharam com questões sociocientíficas de mesma natureza.

Por outro lado, a análise realizada mostra que a elaboração de argumentos com o componente refutação foi rara e com o componente qualificador modal inexistente. Resultado semelhante foi obtido por Velloso et al. (2009) quando investigou a argumentação na resolução de casos com temáticas científicas. Nesse estudo, o autor aponta a necessidade de se ensinar os alunos a argumentarem para que possam produzir argumentos bem elaborados. Com relação a esse aspecto, consideramos que há necessidade de mais estudos e investigações.

Referências bibliográficas

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. Diário oficial da União. Seção 1, nº. 100, p. 56-63, Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/pdf/portaria_enem_2009_1.pdf> Acesso em: 30 jun. 2011.

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

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

CHALGHOUMI, T. N., SIMONNEAUX, L. Analyse des arguments d'élèves tunisiens sur le dépistage prénatal de la drépanocytose. **Aster**, v.42, p. 159, 2006.

DE CHIARO, S.; LEITÃO, S. O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.18, n.3, p. 350, 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.; BUSTAMANTE, J. D. . Discurso de aula y argumentación em la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v.21, n.3, p. 359-370, 2003.
- KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v.80, n.6, p. 673-689, 1996.
- NEWTON, P., DRIVER, R.; OSBORNE, J. The place of argumentation in the pedagogy of school science. **International Journal of Science Education**, v. 21, n.5, p. 553, 1999.
- 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, 6., 2007, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007. CD-ROM.
- QUEIROZ, S. L.; SÁ, L. P. O espaço para a argumentação no ensino superior de química. **Educación Química**, v.20, p.104, 2009.
- SÁ, L. P. **Estudo de Casos na Promoção da Argumentação sobre Questões Sócio-científicas no Ensino Superior de Química**. São Carlos, Departamento de Química, UFSCar, 2010. Tese de doutorado, 278 p.
- TOULMIN, S. **Os usos do argumento**. Tradução Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- VELLOSO, A. M. S.; SÁ, L. P.; MOTHEO, A. J.; QUEIROZ, S. L. Argumentos elaborados sobre o tema "corrosão" por estudantes de um curso superior de química. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, n.2, p.593, 2009.
- 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.
- VILLAS BOAS, B.M. **Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico**. Campinas, SP: Papirus, 2004. 191p.