



Mapeamento de Textos de Divulgação Científica para Planejamento de Debates no Ensino de Química

Elton Fabrino Fatareli, Luciana Massi, Luciana Nobre de Abreu Ferreira e Salete Linhares Queiroz

Relatos presentes na literatura indicam que o desencadeamento de debates sobre questões sociocientíficas em ambientes de ensino pode auxiliar na formação de cidadãos críticos. No entanto, a implementação dessa estratégia oferece desafios para o professor. Com o intuito de contribuir para a superação de tais desafios, neste artigo, descrevemos um processo de mapeamento de textos de divulgação científica (TDC), que contém elementos potencialmente capazes de estimular o debate entre os estudantes. Esse processo se pauta no uso complementar de dois esquemas: o primeiro permite a análise da potencialidade didática do TDC quanto ao conteúdo e à forma; o segundo permite a identificação dos elementos controversos em pauta no TDC. Nessa perspectiva, exemplificamos o processo de análise em texto da revista *Ciência Hoje* intitulado *A rica polêmica sobre o urânio empobrecido*, que ilustrou a pertinência da aplicação dos esquemas.

► textos de divulgação científica, debates, educação em química ◀

Recebido em 06/03/2014, aceito em 24/06/2014

A preparação do indivíduo para a cidadania é considerada objetivo fundamental do ensino de ciências. Nesse sentido, várias estratégias didáticas são sugeridas visando à incorporação de questões sociocientíficas e à promoção da tomada de decisão (Santos; Mortimer, 2001), sendo o debate por meio de questões abertas uma delas (Santos; Mortimer, 2009). Segundo Altarugio et al. (2010), o debate fornece um espaço adequado para que os alunos aprendam a argumentar, isto é, para que se tornem capazes de reconhecer as afirmações contraditórias e aquelas que dão suporte às afirmações. Essa dinâmica de troca de ideias e da construção de conhecimentos lhes propicia ainda a oportunidade de compreender melhor o caráter coletivo e dinâmico do trabalho científico.

No entanto, não são poucas as dificuldades enfrentadas pelos professores na implementação de debates no ensino de ciências. De fato, Santos e Mortimer (2009) apontam a ausência de diretrizes para que os docentes superem

obstáculos relativos ao planejamento, condução do debate e suporte conceitual dos alunos. O planejamento do debate, em particular, é essencial para que o seu desenvolvimento ocorra a contento e depende, em grande parte, dos materiais de apoio selecionados pelo professor e empregados como motivadores da discussão.

Assim como Martins et al. (2004), acreditamos que os textos de divulgação científica (TDC) podem funcionar como importantes materiais de apoio para o desencadeamento de debates. De modo geral, o emprego de TDC em sala de aula propicia aos alunos um contato com informações atualizadas sobre ciência e tecnologia, com acontecimentos de seu cotidiano e pode estimular

o desenvolvimento de habilidades de leitura, de espírito crítico e reflexivo. Apesar da valorização do seu uso em ambientes de ensino de ciências, estudo recente conduzido por Ferreira e Queiroz (2012) identificou que, do total de 88 artigos sobre a temática, apenas 12 relatam a aplicação e o desenvolvimento de estratégias didáticas baseadas em TDC. Para a realização do estudo, foram selecionados artigos pertencentes a periódicos nacionais avaliados com conceito

O planejamento do debate, em particular, é essencial para que o seu desenvolvimento ocorra a contento e depende, em grande parte, dos materiais de apoio selecionados pelo professor e empregados como motivadores da discussão.

A seção "Espaço aberto" visa abordar questões sobre Educação, de um modo geral, que sejam de interesse dos professores de Química.

A1, A2, B1 ou B2 pelo programa Qualis da Capes. Os trabalhos analisados foram aqueles publicados nos periódicos relacionados à área 46 e o intervalo de tempo considerado foi variável para cada revista, correspondendo aos números disponíveis de cada uma delas no Portal da Capes.

Provavelmente, a referida lacuna está associada à dificuldade do professor ao trabalhar com TDC, considerando as decisões que precisa tomar ao adotá-los, que abarcam a escolha do TDC, e a análise do seu conteúdo e das suas potencialidades para uso em estratégias metodológicas específicas como os debates. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo contribuir para o planejamento de debates, por meio da discussão e apresentação de um processo que pode ser utilizado para o mapeamento de TDC. Esse mapeamento se pauta no uso complementar de dois esquemas: o primeiro, de autoria de Ferreira e Queiroz (2011), permite a análise da potencialidade didática dos TDC quanto ao conteúdo e à forma; e o segundo, originalmente idealizado por Piassi e Pietrocola (2007), permite a identificação de elementos contraditórios e controversos neles presentes. Esperamos, dessa forma, oferecer ao professor um suporte quanto à seleção de TDC e ao planejamento de debates envolvendo questões sociocientíficas em sala de aula.

Para efeito de clareza, exemplificaremos as etapas de aplicação do processo em texto da revista *Ciência Hoje*, intitulado *A rica polêmica sobre o urânio empobrecido* (Oliveira, 2007), de autoria de docente do Instituto de Bioquímica Médica da Universidade Federal do Rio de Janeiro que pode ser acessado na íntegra no site <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2007/241/a-rica-polemica-sobre-o-uranio-empobrecido>. O artigo aborda a questão do uso do urânio empobrecido, que é um subproduto do processo do enriquecimento da forma natural desse elemento químico em armamentos militares. No entanto, quando um projétil contendo urânio empobrecido atinge uma superfície,

35% desse material forma uma poeira de partículas que fica no ar, expondo pessoas a riscos graves de saúde e danificando o meio ambiente. O artigo discute a questão do urânio empobrecido e a polêmica que envolve países com potencial bélico, que podem estar depositando propositadamente esse material em locais atingidos por guerras nos últimos 15 anos. De forma geral, o texto discute riscos para a saúde e o meio ambiente associados ao uso crescente do urânio.

Primeira etapa do processo de mapeamento de TDC

Análise da potencialidade didática do texto quanto ao conteúdo e à forma

A primeira etapa do processo de mapeamento consiste na análise do conteúdo e da forma do TDC na perspectiva apresentada por Ferreira e Queiroz (2011) no esquema ilustrado na Figura 1. Para a sua construção, os autores buscaram subsídios em instrumento proposto por Ribeiro e Kawamura (2005, p. 3) que definiram essas categorias “de forma a contemplar as diferentes abordagens e ênfases que acreditamos dever permear o ensino de Física”. Desse modo, o mapeamento pretende guiar o olhar do leitor quanto ao conteúdo, considerando uma análise geral, relativa à forma como o conhecimento químico é abordado no texto, e uma análise específica, relativa à temática desenvolvida, às características da ciência nele veiculadas e ao contexto da discussão em foco; e quanto à forma, considerando a estrutura, a linguagem do texto e os recursos visuais. A observação desse conjunto de elementos permite que o professor selecione TDC para a aplicação em debates, considerando a sua pertinência quanto ao conteúdo que pretende trabalhar e a adequação da forma do texto ao seu ambiente de ensino.

Com relação ao conteúdo, Ferreira e Queiroz (2011) sugerem que inicialmente os TDC sejam analisados em três

[...] o mapeamento pretende guiar o olhar do leitor quanto ao conteúdo, considerando uma análise geral, relativa à forma como o conhecimento químico é abordado no texto, e uma análise específica, relativa à temática desenvolvida, às características da ciência nele veiculadas e ao contexto da discussão em foco; e quanto à forma, considerando a estrutura, a linguagem do texto e os recursos visuais.

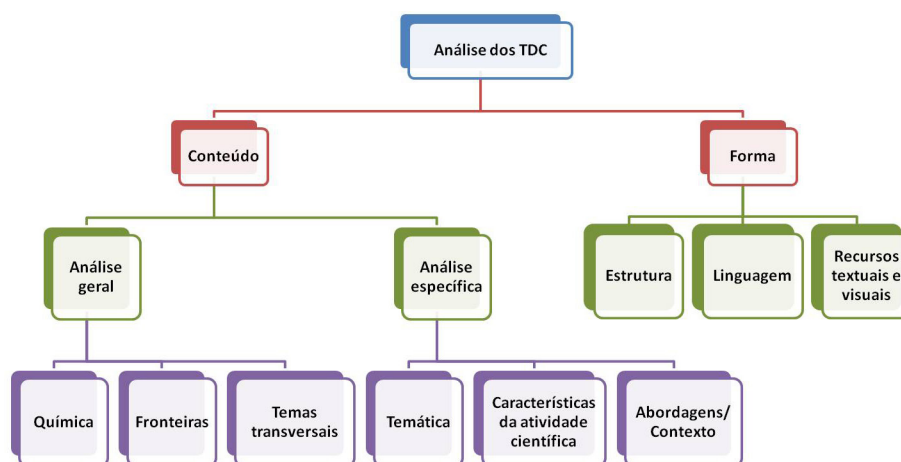


Figura 1: Esquema de análise de TDC proposto por Ferreira e Queiroz (2011).

perspectivas (análise geral), de modo que uma delas seja identificada como a mais marcante no texto:

- Química: predominância de conteúdos considerados de acordo com a estruturação formal do conhecimento químico, normalmente presente no ensino escolar;
- Fronteiras: embora existam conteúdos considerados de acordo com a estruturação formal do conhecimento químico, ocorre a predominância de conteúdos não tradicionalmente incluídos no ensino formal da química, mas a ela relacionados como a física, por exemplo;
- Temas transversais: embora existam conteúdos considerados de acordo com a estruturação formal do conhecimento químico, ocorre a predominância dos que são assim referidos por não pertencerem a nenhuma disciplina específica, mas permeiam todas elas, inclusive a química, como se a todas fossem pertinentes. Essa definição se assemelha à apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para os mesmos termos.

A identificação do conteúdo geral tem potencial para subsidiar algumas das ações preliminares do professor quanto ao uso do TDC, que podem ser amadurecidas e solidificadas por meio da análise subsequente com base nas demais perspectivas apontadas no esquema.

Em seguida, os autores sugerem que o conteúdo geral, identificado como tal, seja submetido a uma análise específica, de acordo com as seguintes perspectivas:

- Temática: diz respeito à identificação da temática principal tratada no TDC e das relações existentes entre esta e o conteúdo químico;
- Características da atividade científica: diz respeito à identificação de aspectos relativos à prática científica abordados no TDC, tanto do ponto de vista dos procedimentos, como elaboração e adequação de modelos, formas pelas quais são feitas as tomadas de dados, processos de análise dos dados, interpretação dos resultados etc., quanto da ciência como instituição, como a presença de controvérsias científicas, diversidade de ideias, relações entre os processos da ciência e seus produtos etc. Consideram-se também os aspectos implícitos da atividade científica como a quebra de paradigmas, características pessoais dos cientistas, entre outros.
- Abordagens e contexto: diz respeito à identificação de abordagens (polêmicas, de cunho cotidiano, tecnológico etc.) presentes no TDC vinculadas a questões que são predominantemente discutidas tendo por base contextos sociais, políticos, econômicos etc.

Com relação à análise da forma, Ferreira e Queiroz (2011) sugerem que esta compreenda aspectos relativos às seguintes perspectivas:

- Estrutura: diz respeito à identificação da maneira como os textos estão construídos e como as informações estão

organizadas e distribuídas (destacadas em *boxes*, de forma fragmentada, em tópicos independentes/dependentes etc.);

- Linguagem: diz respeito à identificação da clareza dos textos, das formas com as quais os autores fazem uso de termos e conceitos científicos, uso de metáforas, analogias, gêneros discursivos empregados etc.;
- Recursos visuais e textuais: diz respeito à identificação da distribuição espacial das informações, uso de ilustrações, fotografias, notas de margens etc.

Aplicação do esquema de Ferreira e Queiroz (2011) ao TDC A rica polêmica sobre o urânio empobrecido

A identificação do conteúdo geral tem potencial para subsidiar algumas das ações preliminares do professor quanto ao uso do TDC, que podem ser amadurecidas e solidificadas por meio da análise subsequente com base nas demais perspectivas apontadas no esquema.

Quanto ao conteúdo, por meio da análise geral, o TDC se encaixa na perspectiva de fronteiras por abordar predominantemente conteúdos não tradicionalmente incluídos no ensino formal da química, mas a ela relacionados como biologia (química biológica). Quanto à análise específica

do conteúdo geral, a temática envolve questões relacionadas ao aproveitamento do urânio empobrecido, especialmente a polêmica que envolve o seu amplo uso e as consequências à saúde humana e ao meio ambiente. As características da atividade científica presentes no TDC envolvem primordialmente as menções aos estudos científicos sobre os riscos da aplicação do urânio empobrecido em materiais. Essas menções evidenciam principalmente as controvérsias científicas nos resultados desses estudos e a falta de definição em relação ao problema, demonstrando o caráter provisório da atividade científica, conforme ilustram os trechos a seguir:

“Experimentos em ratos mostram que há uma forte correlação com o acúmulo de urânio empobrecido [...] e o aparecimento de mutações em células [...]. Por outro lado, estudos alegam a falta de provas que indiquem associação entre a exposição ao urânio empobrecido.” (Oliveira, 2007, p. 43)

“No entanto, estudos recentes do Programa Ambiental das Nações Unidas (Unep) afirmam que não há evidências que apoiem essa correlação.” (Oliveira, 2007, p. 41)

Por fim, com relação à perspectiva abordagens e contexto, o texto possui uma abordagem predominantemente polêmica, no qual o autor, ao passo que procura justificar o emprego desse metal como matéria-prima em diversas áreas, busca também mostrar ao leitor os possíveis malefícios à saúde e ao meio ambiente.

Quanto à forma, especificamente a estrutura, o TDC se apresenta de maneira pouco fragmentada, sendo necessário ao leitor fazer uma leitura progressiva, de modo que possa se envolver com a narrativa feita pelo autor para compreender

o problema tratado. No que diz respeito aos recursos visuais e textuais, o TDC ocupa oito páginas, divididas em onze intertítulos, com uma foto de fundo (vários cilindros contendo urânio empobrecido em uma usina) e outras ilustrações que remetem ao tema. Apresenta também um *box*, ao final do texto, explicitando como surgiu o interesse do autor pela temática e uma lista de leituras complementares.

O TDC apresenta linguagem simples e não traz muitos termos técnico-científicos, sendo repleto de procedimentos explicativos, os quais facilitam a compreensão do leitor frente aos aspectos mais específicos como o conceito de isótopo, por exemplo. Ainda com relação à sua linguagem, o TDC se caracteriza fortemente pelo seu tom de informação e alerta ao leitor. Percebe-se uma tentativa do autor em promover uma tomada de conhecimento em relação à problemática e isso ocorre sob a forma de apelo às consequências ambientais e à saúde humana.

Tais características, analisadas segundo o esquema proposto, evidenciam o caráter essencialmente polêmico da questão tratada no TDC, sintetizado na Figura 2. A exploração de propriedades físicas e químicas do urânio, mesmo que de maneira breve, embasaram os argumentos apresentados pelo autor na sua tentativa de envolver o leitor com a temática tratada.

Segunda etapa do processo de mapeamento de TDC

Identificação de elementos controversos

A segunda etapa do processo de mapeamento consiste na análise do TDC na perspectiva apresentada por Piassi e Pietrocola (2007) no esquema ilustrado na Figura 3. Esse

segundo mapeamento visa, de forma mais direta, ao planejamento da atividade de debate em sala de aula ao identificar no TDC os elementos controversos que apareceriam nos argumentos dos alunos. Segundo Chiaro e Leitão (2005, p. 350), o debate tem como foco central a argumentação, pois ela é vista pelos autores como uma atividade discursiva focada justamente na “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”. Como já mencionamos, essa atividade representa uma importante forma de promover argumentação, tomada de decisão e contribuir para a formação da cidadania.

O esquema proposto por Piassi e Pietrocola (2007), o de disputa, foi elaborado para a análise de contos de ficção científica, tendo em vista a discussão de questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. Esse instrumento serviria, então, como uma pré-análise que permitiria ao professor prever as possibilidades de discussão advindas do texto.

Sabemos que o TDC consiste em outro gênero discursivo, ou seja, apresenta diferenças em relação aos contos de ficção científica, por exemplo, quanto a estilo, linguagem, público-alvo e estrutura. Apesar disso, conseguimos fazer uso desse instrumento de forma consistente, como será demonstrado a seguir na análise do TDC *A rica polêmica sobre o urânio empobrecido* (Oliveira, 2007).

A elaboração do esquema se pauta na constatação dos autores de que, na maioria das obras de ficção científica, existem polos que representam expectativas em relação ao conhecimento científico e tecnológico. Cada um destes pode

O TDC apresenta linguagem simples e não traz muitos termos técnico-científicos, sendo repleto de procedimentos explicativos, os quais facilitam a compreensão do leitor frente aos aspectos mais específicos como o conceito de isótopo, por exemplo. Ainda com relação à sua linguagem, o TDC se caracteriza fortemente pelo seu tom de informação e alerta ao leitor. Percebe-se uma tentativa do autor em promover uma tomada de conhecimento em relação à problemática e isso ocorre sob a forma de apelo às consequências ambientais e à saúde humana.

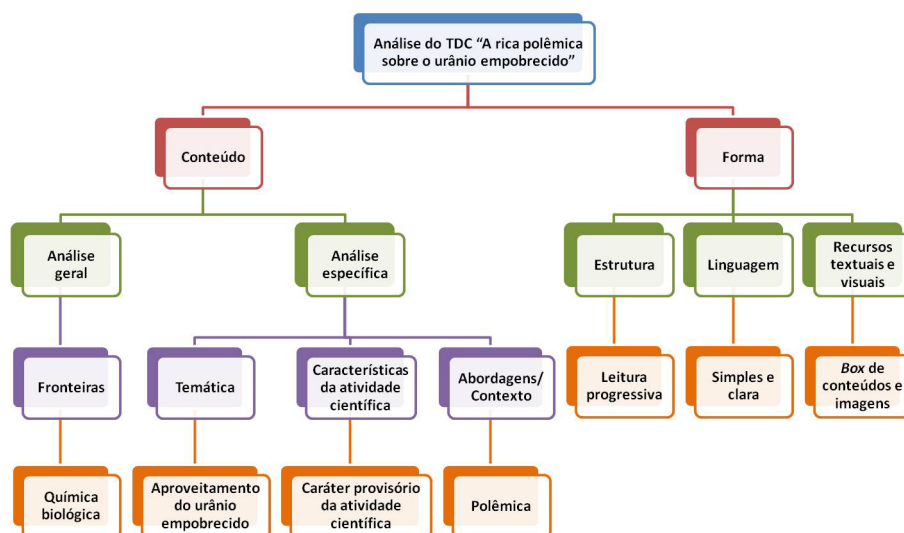


Figura 2: Esquema de análise do TDC *A rica polêmica sobre o urânio empobrecido*, baseado em proposta de Ferreira e Queiroz (2011).

ser visto sob uma perspectiva negativa (receios/perspectiva do contra) ou positiva (anseios/perspectiva a favor) em relação à ciência e à tecnologia (estabelecimento de uma disputa) como representado na Figura 3.

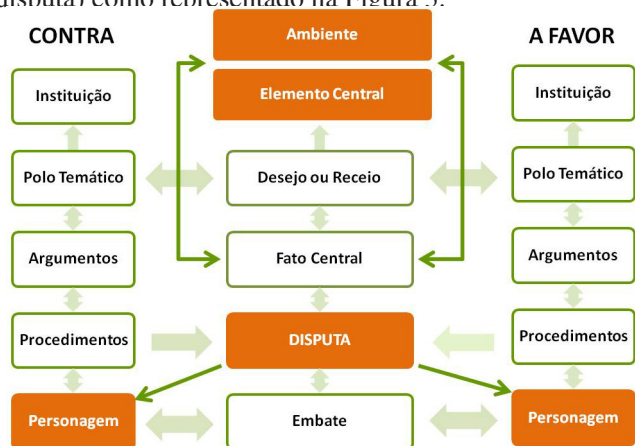


Figura 3: Esquema de disputa proposto por Piassi e Pietrocola (2007).

O mapeamento discutido nessa seção é feito por meio da construção do esquema de disputa. Para tanto, são inicialmente colocados nas colunas laterais os lados da disputa que serão associados a personagens (indicação na base da Figura 3 em tom laranja) envolvidos com esta. A cada personagem, estão associados procedimentos adotados ou defendidos que resultaram na disputa. Esses procedimentos estão diretamente associados ao posicionamento do personagem (contra ou a favor) diante da disputa. Na defesa de seus pontos de vista, cada personagem utiliza-se de argumentos que sustentem sua posição em relação à disputa. Esses argumentos estão relacionados aos polos temáticos que, conforme mencionado anteriormente, vinculam-se aos anseios e aos receios da sociedade frente ao que a ciência pode nos proporcionar no plano material ou existencial. Todos esses elementos diretamente ligados aos personagens podem ser associados a uma instituição que representam.

No centro do diagrama, está a questão em disputa (indicação na Figura 3 em tom laranja). Essa questão sempre é gerada a partir de um fato central, que acaba por desencadear um desejo ou um receio no elemento central do diagrama, que pode ser um grupo específico como uma determinada comunidade ou, de uma forma mais ampla, a própria sociedade. O ambiente está relacionado ao local físico onde se encontra o elemento central. A forma como os grupos opositores se confrontam é o embate.

Aplicação do esquema de Piassi e Pietrocola (2007) ao TDC A rica polêmica sobre o urânio empobrecido

Para a construção do esquema, faz-se necessário inicialmente a identificação da disputa presente no TDC. Ideias e posicionamentos divergentes caracterizam esse elemento que, posteriormente, é transformado em uma questão. O

título do TDC fornece pistas para localizar a disputa. De fato, o título sinaliza que a disputa está relacionada ao urânio empobrecido. O trecho a seguir, localizado no resumo do artigo, também corrobora essa constatação:

“O urânio empobrecido é um subproduto do processo de enriquecimento da forma natural desse elemento químico. Pelo fato de esse metal ser extremamente denso, resistente e inflamável, ele vem sendo amplamente empregado na área civil e militar. Seu uso crescente vem aumentando a dispersão de partículas de urânio empobrecido na natureza, expondo principalmente as populações civis a potenciais riscos cujo real impacto para a saúde humana e o meio ambiente ainda é obscuro e polêmico.” (Oliveira, 2007, p. 37)

Após a leitura do trecho, torna-se evidente que pairam dúvidas acerca dos riscos da utilização do urânio que, mesmo assim, devido às propriedades, é amplamente empregado na área civil e militar. Podemos, portanto, apontar que a disputa está em torno do uso ou não do urânio empobrecido, o que nos conduz à questão: Reaproveitar urânio empobrecido: sim ou não?

Uma vez caracterizada a disputa, faz-se necessária a identificação do fato central que a desencadeou. Nessa perspectiva, o artigo apresenta em sua introdução o histórico da utilização do urânio pela humanidade. São abordadas ainda informações relativas à sua ocorrência na natureza, bem como a necessidade de efetuar o enriquecimento de sua forma natural para que possa ser utilizado em usinas nucleares:

“Como a proporção do ^{235}U é muito baixa no urânio natural, é preciso grandes quantidades deste último para se obter frações mínimas do primeiro. O urânio natural que sobra nesse processo de produção fica com um percentual de aproximadamente 0,3% de ^{235}U e passa a ser chamado urânio empobrecido.” (Oliveira, 2007, p. 38)

Na sequência, os autores destacam que essa sobra do processo de enriquecimento do urânio natural acarreta alguns problemas relacionados à sua estocagem:

“Portanto, o urânio empobrecido, também em função de sua ampla disponibilidade e baixo custo, acabou sendo escolhido para uso maciço em projéteis de alta penetração e em blindagens de veículos de combate. Isso resolvia, em parte, outro problema: a estocagem do urânio empobrecido gerado em grandes quantidades pelas usinas de enriquecimento, reciclando-o para outra finalidade.” (Oliveira, 2007, p. 39)

Diante do exposto, podemos, portanto, apontar que o fato que acarreta a disputa está relacionado à grande quantidade de rejeitos de urânio empobrecido.

Os anseios/desejos e/ou receios gerados pelo fato precisam também ser identificados para a construção do esquema. Em vários trechos do artigo, detectamos que o fato cria receios relacionados à possibilidade de o uso do urânio empobrecido oferecer riscos à saúde e ao ambiente. Conforme os trechos a seguir:

“As informações disponíveis sobre os efeitos biológicos do urânio empobrecido são escassas, e a disponibilidade destas é muito limitada, o que dificulta a determinação precisa dos potenciais riscos da exposição a esse metal.” (Oliveira, 2007, p. 41)

“O maior risco de projéteis e fragmentos contendo urânio empobrecido sobre o meio ambiente é o de contaminação do solo e/ou dos lençóis freáticos.” (Oliveira, 2007, p. 39)

A identificação do elemento central no TDC fica implícita, pois há relatos da utilização do urânio em diversas situações e fica evidente que a sociedade ocupa lugar central nessa disputa. Apesar de a sociedade se caracterizar como o elemento central, o ambiente dessa disputa são os países que reaproveitam urânio. Os trechos a seguir sinalizam os dois elementos do esquema identificados nesse parágrafo:

“Uma das principais aplicações civis do urânio empobrecido é em lastros de aviões cargueiros. Um Boeing 747, por exemplo, pode empregar entre 400 kg e 1,5 mil kg desse metal como lastro.” (Oliveira, 2007, p. 40)

“Finalmente, resta ainda a hipótese de o uso militar desse metal ser uma forma silenciosa de eliminação dos resíduos tóxicos em países que têm altos estoques de urânio empobrecido e que passaria despercebida pelas populações e pelos governos atingidos pelas guerras dos últimos 15 anos.” (Oliveira, 2007, p. 37)

Os personagens associados a cada um dos lados da disputa são caracterizados por meio de opiniões, relatos, depoimentos etc. No TDC em questão, é possível identificar os militares (explicitamente) e os industriais (implicitamente) como personagens com posicionamento a favor do emprego do urânio empobrecido. Estes representam, respectivamente, as seguintes instituições: governo e indústrias que reaproveitam o urânio. A identificação dos personagens e das instituições favoráveis ao uso do urânio empobrecido encontra respaldo nos seguintes trechos:

“Para exemplificar o poder de munições que em-

pregam urânio empobrecido, os projéteis de 30 mm usados pela força aérea norte-americana na Primeira Guerra do Golfo, em 1991, foram capazes de atravessar blindagens de aço com até 9 cm de espessura.” (Oliveira, 2007, p. 39)

“As inúmeras vantagens do urânio empobrecido levaram ao desenvolvimento maciço desses armamentos, principalmente nos Estados Unidos, onde estimativas indicam que cerca de 600 mil toneladas de urânio empobrecido tenham sido produzidas, sendo parte estocada sob a forma de hexafluoreto de urânio em cilindros enormes.” (Oliveira, 2007, p. 39)

Os personagens associados a cada um dos lados da disputa são caracterizados por meio de opiniões, relatos, depoimentos etc. No TDC em questão, é possível identificar os militares (explicitamente) e os industriais (implicitamente) como personagens com posicionamento a favor do emprego do urânio empobrecido. Estes representam, respectivamente, as seguintes instituições: governo e indústrias que reaproveitam o urânio.

Com relação aos personagens contrários ao uso desse material, é possível identificar pesquisadores dos efeitos nocivos do urânio empobrecido. As instituições por eles representadas são as de cunho

ambientalista e a sociedade civil exposta aos impactos (implicitamente), conforme sugere o trecho a seguir:

“Um estudo publicado em 2002 por um grupo chinês mostra que células do epitélio bronquial humano se transformam em cancerígenas na presença de frações sólidas de urânio empobrecido. As células incubadas na presença de óxido de urânio empobrecido (UO_2) se multiplicavam com uma taxa muito aumentada em relação a células-controle. A partir da 15ª geração, as células transformadas pelo urânio empobrecido foram também capazes de induzir a formação de tumores em camundongos.” (Oliveira, 2007, p. 43)

Considerando o contexto apresentado até o momento, é possível afirmar que, para o TDC em foco, os procedimentos adotados pelos personagens aparecem implicitamente e estão diretamente relacionados à questão em disputa: reaproveitar urânio empobrecido: sim ou não? Dessa forma, os procedimentos são: não reaproveitar e reaproveitar. Os argumentos que justificam os procedimentos permeiam todo o artigo. Como argumentos contrários ao reaproveitamento do urânio, colocam-se os impactos à saúde e ao ambiente, causados pelo lançamento de projéteis e riscos de acidentes; e como argumentos favoráveis ao reaproveitamento, colocam-se a disponibilidade de matéria-prima de baixo custo e o fato de que não há provas sobre os riscos e o reaproveitamento de resíduos. A identificação dos procedimentos e argumentos encontra respaldo nos seguintes trechos:

Impactos à saúde: “Outros estudos reforçaram essas observações, demonstrando essas alterações

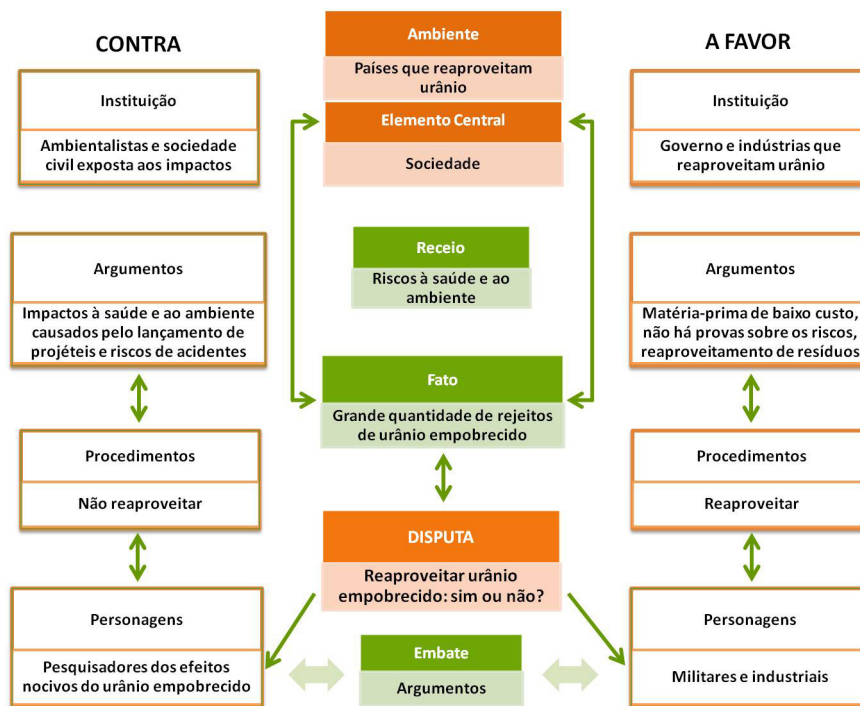


Figura 4: Esquema de disputa para o TDC A rica polêmica sobre o urânio empobrecido, baseado em proposta de Piassi e Pietrocola (2007).

em células ósseas humanas na presença de frações solúveis e insolúveis de urânio empobrecido. Esses resultados indicaram que a exposição por longo prazo ao urânio empobrecido pode ser crítica para o desenvolvimento de câncer em humanos". (Oliveira, 2007, p. 42)

Impactos ao ambiente: "Após um ataque com esse tipo de munição, os fragmentos de projéteis parcialmente oxidados são depositados em superfícies e no solo". (Oliveira, 2007, p. 39)

Risco de acidentes: "As autoridades locais declararam que o cargueiro empregava como lastro cerca de 280 kg de urânio empobrecido, sendo que, dessa quantidade, cerca de 150 kg nunca foram encontrados, levantando a hipótese de que tenha sido queimada no incêndio e liberada na atmosfera na forma de partículas". (Oliveira, 2007, p. 40)

Não há provas sobre os riscos: "Um desses estudos relata o acompanhamento médico de 33 sobreviventes da Primeira Guerra do Golfo feridos com projéteis contendo urânio empobrecido vindos de armas aliadas. Não foi relatado qualquer tipo de anormalidade nesses indivíduos devido à toxicidade química do urânio (como falência renal) ou à radiotoxicidade (por exemplo, leucemia ou osteosarcomas), embora os níveis de urânio na urina desses pacientes estivessem acima do normal". (Oliveira, 2007, p. 42)

Com relação à identificação do polo temático, trata-se

de polo material, pois os anseios em torno da questão envolvem predominantemente vantagens econômicas e os receios estão relacionados principalmente aos prejuízos à saúde. A Figura 4 representa o esquema de disputa para o TDC em questão.

Cabe destacar que esse último elemento identificado não está representado na Figura 4 para evitar redundância, pois entendemos que o polo temático já está evidenciado implicitamente em outros elementos.

Considerações finais

No presente trabalho, apresentamos um processo de mapeamento de TDC e a sua respectiva exemplificação frente àquele intitulado *A rica polêmica sobre o urânio empobrecido* (Oliveira, 2007). A partir da aplicação da primeira etapa do processo, foi possível verificar a adequação do texto para abordagem de conteúdos relacionados à química biológica e para a discussão de aspectos concernentes à natureza da ciência como o caráter provisório de seus resultados. A inserção de discussões desse teor na educação científica é altamente desejável e se alinha com os objetivos daqueles preocupados na formação de uma cidadania para a participação na tomada de decisões (Praia et al., 2007). Ademais, essa etapa indicou que o TDC traz linguagem e formato convenientes ao uso na escola.

A aplicação da segunda etapa do processo possibilitou a identificação de pontos controversos no texto por meio do desvendamento de elementos essenciais que constituem a polêmica em questão como a disputa, o fato, o anseio ou o receio. Essa etapa é, portanto, valiosa para subsidiar o professor na atuação durante o debate, pois permite a clara visualização

dos principais aspectos do texto que serão provavelmente discutidos pelos alunos, uma vez que a argumentação sobre os pontos de vista contrários se constitui na base da atividade. Nesse contexto, o processo de mapeamento apresentado pode ser aplicado a grande número de TDC considerados como recurso didático pelo professor.

A principal implicação da análise (que permeia o processo de mapeamento) para a prática pedagógica do professor diz respeito ao subsídio que esta é capaz de lhe oferecer na preparação prévia consistente de debates pautados em TDC, habilitando-o à condução de diálogos, muitas vezes de caráter surpreendente, travados entre os alunos. Uma segunda implicação repousa no fato de a análise ter o potencial de trazer à baila a reflexão sobre a necessidade de os professores revisitarem a forma de organização das suas aulas, ampliando-as e dispensando especial atenção à etapa que antecede a sua realização, ou seja, esta pode também favorecer uma visão crítica do fazer pedagógico.

A aplicação prática dos dois esquemas que viabilizam a análise dos TDC não é trivial e pode ser tomada como uma das limitações da proposta aqui apresentada. No entanto, o seu uso recorrente possibilita a familiarização dos professores com o processo de mapeamento, sendo este seguramente

vantajoso para os que buscam alcançar inovações nas suas ações pedagógicas. O mapeamento pode se mostrar uma tarefa menos complexa para textos relativamente curtos. No entanto, em TDC com tal característica, dificilmente todas as perspectivas de análise ilustradas nas Figuras 1 e 3 serão identificadas, o que pode comprometer as expectativas quanto ao seu funcionamento em sala de aula. Em contraponto, acreditamos que uma vez tendo o seu uso sido assimilado pelos professores, os esquemas podem passar a desempenhar novos papéis no contexto do ensino de química. O esquema de Piassi e Pietrocola (2007), por exemplo, pode se mostrar apropriado para uma análise a ser realizada pelos alunos, visando a um exercício de interpretação de texto.

Elton Fabrino Fatareli (elton.fabrino@terra.com.br), mestre em Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), é docente do Centro Educacional Poetisa Cecília Meireles. Pitangueiras, SP – BR. **Luciana Massi** (lu.massi.ana@gmail.com), doutora em Ensino de Química pela Universidade de São Paulo (USP), é docente da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Araraquara, SP – BR. **Luciana Nobre de Abreu Ferreira** (luciananobre@ufpi.edu.br), doutora em Química pela UFSCar, é docente do Centro de Ciências da Natureza da Universidade Federal do Piauí. Teresina, PI – BR. **Saete Linhares Queiroz** (saete@iqsc.usp.br), doutora em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, é docente do Instituto de Química de São Carlos da USP. São Carlos, SP – BR.

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.

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. 350-337, 2005.

FERREIRA, L.N.A.; QUEIROZ, S.L. Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

_____. Artigos da revista *Ciência Hoje* como recurso didático no ensino de química. *Química Nova*, v. 34, n. 2, p. 354-360, 2011.

MARTINS, I.; NASCIMENTO, T.G.; ABREU, T.B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 9, n. 1, p. 95-111, 2004.

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

PIASSI, L.P.C.; PIETROCOLA, M. De olho no futuro: ficção científica para debater questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. *Ciência e Ensino*, v. 1, n. especial, 2007.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza

da ciência na educação para a cidadania. *Ciência e Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

RIBEIRO, R.A.; KAWAMURA, M.R. A ciência em diferentes vozes: uma análise de textos de divulgação científica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005. *Atas...* Bauru, 2005.

SANTOS, W.L.P.; MORTIMER, E.F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

_____. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. *Ciência e Educação*, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

Para saber mais

DINIZ, M.L. *Domínio e apropriação de ferramentas culturais na aula de ciências: o debate como ação mediada*. 2005. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FATARELI, E.F.; FERREIRA, L.N.A.; QUEIROZ, S.L. Argumentação no ensino de química: textos de divulgação científica desencadeando debates. *Acta Scientiae*, no prelo (2014).

GPEQSC. Site do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo. Textos de divulgação científica: <http://gpeqsc.com.br>.

Abstract: *Mapping Science Popularization Articles to Promote Debates in Chemistry Teaching.* The literature highlights key benefits from debates about socio-scientific issues as a teaching-learning strategy for preparing students for citizenship. However, debate systematization is one of the biggest challenges that teachers face. This paper offers suggestion to help them overcome these challenges. We thus characterize science popularization articles, an appropriate resource to stimulate debates among students, through mapping based on two schemes: the one aims to identify the didactic potential of the articles regarding form and content, the second one aims to identify controversial issues. Example of process analysis mapping was presented and the pertinence of applying the schemes was determined.

Keywords: science popularization articles, debates, chemistry education.