

Estratégias promotoras da argumentação sobre questões sócio-científicas com alunos do ensino médio

Jeane Quelle Alves Brito¹ e Luciana Passos Sá²

¹Instituto de Química, Universidade Federal da Bahia, Brasil. E-mail: quellealves@gmail.com. ²Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal da Bahia, Brasil. E-mail: lucianapsa@gmail.com.

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo principal estimular a argumentação de alunos do ensino médio a respeito de questões sócio-científicas relacionadas ao tema "biocombustíveis". Para tanto, um caso foi elaborado e os estudantes foram incentivados a solucioná-lo (Método de Estudo de Caso) e a defenderem o seu posicionamento durante um Júri Químico. O Método de Estudo de Caso empregado nessa pesquisa se trata de uma metodologia didática, que consiste no uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Os alunos deveriam se posicionar, a favor ou contra, à instalação de uma fábrica de biodiesel numa determinada região, e argumentar em defesa de seus posicionamentos. Para a análise da argumentação foi utilizado como referencial teórico o Padrão de Argumentação de Toulmin. Os resultados obtidos com a pesquisa sugerem que o Estudo de Caso e o Júri Químico são estratégias eficientes em fomentar as habilidades argumentativas dos alunos, além de favorecer a aprendizagem do conteúdo científico.

Palavras-chave: argumentação, estudo de caso, ensino de química.

Title: Strategies to promote arguments about socio-scientific issues with high school students.

Abstract: The main objective of this study was to stimulate high school students argumentation on socio-scientific issues related to the theme "biofuels". For this purpose, a case was prepared and students were encouraged to solve it (Case Study Method) and defend their position during a Chemical Jury. The Case Study Method used in this research it is a teaching methodology, which consists in narratives about individuals facing decisions or dilemmas. Students should position themselves for or against the installation of a biodiesel plant in a given region, and argue in defense of their positions. In order to analyze the argument, a theoretical reference "the Toulmin Argument Pattern" was used. The given results of the survey suggest that the Case Study and the Chemical Jury are effective strategies to foment the argumentative skills of the students, besides encouraging the scientific content learning.

Keywords: argument, case study, chemical education.

Fundamentação e contextualização

Vivemos atualmente em uma sociedade fortemente influenciada pela ciência e pela tecnologia. Além disso, as mudanças na sociedade ocorrem de maneira inédita, a uma velocidade sem precedentes na história e rumo a um futuro cujos contornos são inimagináveis. Fala-se cada vez mais no advento de uma sociedade eminentemente tecnológica, na qual as aplicações práticas do trabalho científico estarão mais rapidamente disponíveis e inseridas no cotidiano imediato dos cidadãos (Lacerda, 1997). Por essa e outras razões, a alfabetização científica e tecnológica passou a ser uma necessidade do mundo contemporâneo.

Nesse sentido, a introdução de aspectos sócio-científicos no currículo de ciências tem sido recomendada com diferentes propósitos, entre os quais se destaca o de encorajar os alunos a desenvolver uma ação social responsável a partir de questões vinculadas à sua realidade. Esse objetivo relaciona-se ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, a qual pode ser compreendida como a maneira racional de escolha entre meios alternativos de ação (relativas às questões sociais ou públicas), que requerem um julgamento em termos de seus valores (Kortland, 1996).

A escolha entre as diversas alternativas de ação envolve um processo argumentativo e requer que sejam analisadas as diferentes fontes de informação, comparando as razões que conferem confiabilidade a cada uma das alternativas. Ajudar o aluno a melhorar a sua argumentação possibilita desenvolver o espírito de análise na escolha confiante entre as diferentes alternativas, a partir das várias fontes de informações e dos vários modelos explicativos para o processo envolvido (Driver, Newton e Osborne, 2000).

A argumentação, dentre outras definições, pode ser entendida como uma forma de interação comunicativa particular em que docentes e estudantes confrontam seus saberes e opiniões sobre um determinado tema com o propósito de persuadir o outro (Cuenca, 1995). Ampliando o conceito de Van Eemeren, Grootendorst e Kruiger (1987) para o contexto das interações discursivas em sala de aula de ciências, a argumentação pode ser compreendida como uma atividade social, intelectual e de comunicação verbal e não verbal, utilizada para justificar ou refutar uma opinião sobre um assunto relacionado à ciência. Ela é constituída de um conjunto específico de um ou mais posicionamentos dirigidos para obter a aprovação de um ponto de vista particular por um ou mais interlocutores. E somente quando inserido em um discurso, e submetido a um determinado contexto é que um enunciado pode ser analisado e interpretado como um argumento.

Pesquisadores da área de Educação em Ciências apontam para a necessidade da organização de aulas em que os estudantes tenham oportunidade de praticar o raciocínio e a argumentação. Nesse sentido, enfoque especial tem sido dado às questões sócio-científicas (Dawson e Venville, 2010; Sá e Queiroz, 2007; Kolsto, 2006). Driver, Newton e Osborne (2000) ressaltam ainda a importância da argumentação no Ensino de Ciências e indicam como ela pode auxiliar os alunos no processo de tomada de decisão envolvendo tais questões. Capecchi e Carvalho (2000) acreditam que o espaço destinado para a fala dos alunos e, mais especificadamente, para a argumentação em sala de aula é de fundamental importância, uma vez que por meio da argumentação os estudantes entram

em contato com algumas habilidades importantes dentro do processo de construção do conhecimento científico, tais como o reconhecimento entre afirmações contraditórias, a identificação de evidências e o confronto de evidências com teorias. Villas Boas (2004), afirma ainda que, quando se dá chances ao aluno de falar, de desenvolver a argumentação oral e de posicionar-se diante de vários temas, ocorre o enriquecimento de seu processo de aprendizagem. Também aponta para a necessidade de os alunos aprenderem, desde cedo, a se apresentarem e com isso aprender a argumentar, a responder a questionamentos, e a ter postura adequada para isso.

Nessa perspectiva, a utilização de atividades lúdicas, na sala de aula, tem sido recomendada (Petit e Soto, 2002). Oliveira e Soares (2005) ressaltam como o emprego de atividades tais como charadas, quebra-cabeças, problemas diversos, jogos e simuladores podem colaborar para o ensino de diversos conceitos dentro da sala de aula. Esse tipo de estratégia desperta um interesse intrínseco ao ser humano e, por consequência, o motiva a buscar soluções e alternativas que resolvam e expliquem as atividades lúdicas propostas.

De acordo com Santana e Wartha (2006) o jogo lúdico é um importante instrumento de trabalho no qual o mediador, no caso o professor, deve oferecer possibilidades para a elaboração do conhecimento, respeitando as diversas singularidades dos alunos. Essas atividades, quando bem exploradas, oportunizam a interlocução de saberes, a socialização e o desenvolvimento pessoal, social e cognitivo do estudante. O Método de Estudo de Caso (Sá e Queiroz, 2009; Herreid, 1994) e o Júri químico (Oliveira e Soares, 2005) são exemplos de atividades dessa natureza e foram as estratégias empregadas na realização dessa pesquisa.

O Estudo de Caso é uma variante do método Problem Based Learning, também conhecido como PBL. Segundo a literatura, o PBL teve origem na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, Ontário (Herreid, 2003), e por muito tempo ficou restrito à formação de profissionais da área da medicina. Trata-se de uma metodologia desenvolvida com o propósito de possibilitar aos alunos o contato com problemas reais inerentes ao seu curso. O método se difundiu pelas faculdades de medicina de diversos países e por outros cursos de graduação e pós-graduação (Andrade e Campos, 2005).

O uso de casos consiste no emprego de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Na aplicação deste método os alunos são incentivados a se familiarizar com os personagens e circunstâncias mencionados em um caso de modo a compreender os fatos e os valores, nele presentes, com o intuito de solucioná-lo. Neste contexto, o papel principal do professor consiste em ajudar os estudantes a trabalhar com os fatos e análise de um problema e a considerar, então, as possíveis soluções e consequências de suas ações (Waterman, 1998). Cursos tais como medicina, direito, psicologia e administração têm utilizado o método com o objetivo de despertar a atenção dos estudantes e aproximá-los da realidade prática de suas áreas. Ou seja, a partir de pesquisas reportadas na literatura, verificamos que a utilização do método de Estudo de Caso tem ocorrido, prioritariamente, em disciplinas do Ensino Superior (Queiroz e Sá,

2005; Sá, Francisco e Queiroz, 2007; Hodges e Harvey, 2003). No entanto, acreditamos que o emprego do referido método pode ser de grande relevância no Ensino Fundamental e Médio.

Nessa perspectiva, a presente pesquisa foi desenvolvida e consiste em uma proposta de ensino que busca contemplar o desenvolvimento de habilidades de argumentação de alunos, do Ensino Médio, a partir da aplicação de um caso em que os estudantes deveriam se posicionar, a favor ou contra, à instalação de uma fábrica de biodiesel em uma determinada região, e defender seus pontos de vista em relação à situação apresentada. Para tanto, foi estruturado um Júri Químico, ocasião em que os alunos deveriam apresentar os seus argumentos em relação ao caso investigado. Maiores detalhes em relação à organização e realização do Júri Químico serão apresentados posteriormente, no tópico Percurso Metodológico.

No que diz respeito ao desenvolvimento da capacidade de argumentação, propostas de ensino que buscam fomentar habilidades argumentativas de alunos da Educação Básica são amplamente difundidas na literatura e sinalizam a grande deficiência dos alunos, nessa faixa de escolaridade, no que concerne à habilidade de argumentar (Felton, 2004; Maloney e Simon, 2006; Naylor, Keogh e Downing, 2007). Dessa forma, acreditamos que o presente trabalho é de suma importância para a formação de estudantes do Ensino Médio, uma vez que a mesma visa estimular, além da argumentação, a aprendizagem de conteúdos específicos, inerentes ao tema em questão.

Percurso metodológico

A metodologia empregada nesta pesquisa é do tipo qualitativa, uma vez que trabalhamos com a interpretação da fala, da escrita e das ações de estudantes durante as atividades propostas. Além disso, a mesma se enquadra em aspectos que caracterizam a pesquisa qualitativa, que de acordo com Lücke e André (1986): tem o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento; os dados coletados são predominantemente descritivos; a preocupação com o processo é maior que com o produto e; a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo. Considerando ainda que a pesquisa envolveu um plano de ação, plano que se baseou em objetivos, no acompanhamento e controle da ação planejada e no relato concomitante desse processo, de acordo com André (2005), podemos caracterizá-la como uma pesquisa do tipo pesquisa-ação. Para a análise dos dados, utilizamos na pesquisa os seguintes métodos de coleta: observação, questionários e gravações em vídeo.

Na análise recorreremos ainda à transcrição das falas dos alunos durante o Júri Químico. De acordo com Carvalho (2006) um aspecto importante desse tipo de ação é a possibilidade de ver e rever determinada situação quantas vezes forem necessárias. Segundo a autora, esse ver e rever traz às pesquisas em ensino uma coleção de dados novos que não seriam registrados pelo melhor observador situado na sala de aula. Lemke (1997) aponta ainda que transcrever dados já é uma espécie de análise preliminar dos mesmos, uma vez que constantemente é necessário tomar decisões

sobre o que é importante ou sobre como interpretar certas ambiguidades, necessidade também evidenciada em nosso trabalho.

A pesquisa foi aplicada em uma turma de 34 alunos, de aproximadamente dezesseis anos, matriculados no primeiro ano do Ensino Médio, de uma escola estadual da cidade de Itabuna – BA, no Brasil. As atividades foram realizadas em parceria com o professor responsável pela disciplina, que participou do planejamento das atividades, especialmente no que diz respeito à determinação dos conteúdos que deveriam ser abordados. Tais atividades foram aplicadas em um período de quatro semanas (2 aulas semanais de 50 minutos) e foram conduzidas por uma das pesquisadoras do presente trabalho, que nesse período atuava como professora estagiária da referida disciplina (acompanhada pelo professor responsável), razão pela qual a escola foi escolhida. O estágio supervisionado é um requisito obrigatório para conclusão do curso de Licenciatura em Química, no qual a autora se encontrava no último ano.

Para a realização das atividades e registro dos dados (gravações) solicitamos o consentimento do professor responsável pela disciplina, assim como dos próprios alunos. Assumimos, dentre outros aspectos, o compromisso de se manter sigilo quanto à identidade dos participantes e também foi garantido que o desenvolvimento da pesquisa não iria produzir nem um tipo de risco ou desconforto para os mesmos.

Antes da aplicação da proposta na sala de aula, fez-se necessária a produção do caso a ser discutido pelos alunos. Este foi elaborado com base nas recomendações de Herreid (1998) sobre como se produzir um “bom caso”. Na medida do possível, as seguintes recomendações foram consideradas: um bom caso narra uma história: o fim não deve existir ainda; um bom caso desperta o interesse pela questão: deve haver um drama, um suspense, uma questão a ser resolvida; um bom caso deve ser atual: deve tratar de questões atuais. O estudante deve perceber que o problema é importante; um bom caso provoca empatia com os personagens: os personagens devem influenciar nas decisões a serem tomadas; um bom caso inclui diálogos: é a melhor maneira de compreender uma situação e ganhar empatia para com os personagens. Deve-se adicionar vida e drama nos diálogos; um bom caso é relevante ao leitor: os casos devem envolver situações que os estudantes, provavelmente, estejam aptos a enfrentar; um bom caso deve ter utilidade pedagógica: deve ser útil para o curso e para o estudante; um bom caso provoca conflito: a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso; um bom caso força decisões: deve haver urgência e seriedade envolvida na resolução dos casos; um bom caso tem generalizações: deve ter aplicabilidade geral e não ser específico para apenas uma curiosidade; um bom caso é curto: deve ser suficientemente longo para introduzir os fatos, mas não tão longos, que provoque uma análise tediosa.

Além da consideração das recomendações supracitadas, o caso foi elaborado de modo a envolver em seu contexto questões sociais, ambientais, econômicas e éticas, visando com isso estimular a capacidade de tomada de decisão dos alunos, diante de problemas da vida real, e suas habilidades de argumentação em defesa de seus posicionamentos.

Optamos pelo tema “biocombustíveis” na elaboração do caso a ser proposto, por dois motivos principais: o primeiro está relacionado ao fato de se tratar de um assunto atual, controverso e frequentemente divulgado pelos meios de comunicação e, portanto, de interesse dos estudantes; o segundo diz respeito à afinidade de uma das autoras do trabalho pelo o tema em questão, uma vez que, no período de aplicação da proposta, a mesma atuava como estudante de Iniciação Científica, no campo da pesquisa sobre biocombustíveis. O caso “A Fábrica de Biodiesel”, elaborado de acordo com as recomendações citadas, é ilustrado no Anexo 1:

O caso trata de um fato fictício e foi elaborado com o intuito de chamar a atenção dos alunos para aspectos importantes relacionados ao tema em questão. Vale ressaltar que a narrativa não condiz totalmente com informações do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB). O PNPB é um programa do Governo Federal que objetiva a implementação de forma sustentável (tanto técnica, como economicamente), a produção e uso do biodiesel, com enfoque na inclusão social e no desenvolvimento regional, via geração de emprego e renda. De acordo com o programa, o cultivo de matérias-primas e a produção industrial de biodiesel tem grande potencial de geração de empregos, promovendo, dessa forma, a inclusão social, especialmente quando se considera o amplo potencial produtivo da agricultura familiar (<http://www.biodiesel.gov.br/programa.html>). Ou seja, o programa não menciona aspectos negativos em relação à ocupação de áreas, nem devastação ambiental para o plantio de matéria-prima.

Desse modo, as ideias contraditórias a respeito da implementação da fábrica de biodiesel, mencionadas no caso, tiveram como objetivo despertar o senso crítico dos alunos para a questão e permitir a tomada de decisão por parte dos mesmos. Tentamos, na medida do possível, elaborar o caso de tal modo que não fosse tendencioso para nenhum dos lados da questão.

A aplicação da proposta foi dividida em quatro etapas principais, descritas sucintamente a seguir:

1ª etapa: consistiu na aplicação de um pré-teste (Figura 1), cujo objetivo foi levantar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito dos temas: energia, recursos renováveis e não renováveis de energia e biocombustíveis.

<p>Questionário</p> <ol style="list-style-type: none">1. Para você, o que é energia?2. Você consegue imaginar como seria a vida sem a existência de energia?3. O que é uma fonte de energia?4. Quais tipos de fontes de energia você conhece?5. O que é um recurso renovável e não renovável de energia? Exemplifique cada um deles.6. O que você entende por biocombustíveis?7. Você conhece algum biocombustível utilizado no Brasil? Cite alguns.8. Hoje em dia ouve-se muito falar em biodiesel na televisão, jornais, revistas e outros meios de comunicação, mas o que é esse biodiesel e para que ele é usado?
--

Figura 1. – Questões do pré-teste.

Para a análise das respostas de estudantes quando questionados sobre o conceito de energia, empregamos a classificação proposta por Watts (1983), que categoriza as respostas dos alunos para esse questionamento em sete esquemas conceituais: Antropocêntrica – energia associada com seres humanos ou onde objetos são vistos como se possuíssem atributos humanos; Reservatório (depósito) – energia como depósito que será origem de atividades. Alguns objetos possuem energia e são recarregáveis, enquanto outros precisam de energia e gastam o que obtém; Substância (ingrediente) – algo que não está armazenado em um sistema, sendo que aparece da interação com ele. A energia é um ingrediente “adormecido” dentro dos objetos, que são ativados por um dispositivo de disparo; Atividade – energia como uma atividade óbvia, no sentido de que havendo atividade, há energia. Por exemplo, o movimento é energia; Produto – energia é um subproduto de um estado ou de um sistema; Funcional (combustível) – energia vista como uma ideia muito geral de combustível associada a aplicações tecnológicas que visam proporcionar conforto para o homem; Fluido – A energia é um fluido, que se transfere de um sistema a outro.

Ainda na primeira etapa, foi introduzido o tema gerador (Biocombustíveis), com o auxílio de um texto que nos serviu de subsídio para a elaboração de questões a respeito do assunto, que foram discutidas na sala de aula. Além disso, foi proposto aos alunos o caso mencionado anteriormente, cuja abordagem diz respeito à problemática envolvida na produção e utilização de biocombustíveis. A sala de aula foi dividida em dois grupos: os favoráveis e os desfavoráveis à instalação da fábrica. Os próprios alunos decidiram a qual grupo pertenceriam, nenhuma influência do professor ocorreu nesse sentido. Foi solicitado que cada grupo pesquisasse a respeito do tema e levasse material sobre o assunto para as próximas aulas.

2ª etapa: nessa etapa foi realizada a abordagem do conteúdo químico envolvido no tema proposto, como: energia e combustão, temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e separação de misturas.

Para a abordagem do conteúdo fizemos uso de atividades experimentais relacionadas aos conceitos trabalhados e de exercícios que foram resolvidos pelos alunos. Para a realização dessa etapa, o livro intitulado Química e Sociedade (Santos et al., 2005), adotado pela escola em que a proposta foi aplicada, nos serviu de apoio.

3ª etapa: nessa ocasião foram propostas questões que tiveram como objetivo chamar a atenção dos alunos para os aspectos relevantes a serem considerados na resolução do caso. Além do material trazido pelos alunos, foram fornecidos textos adicionais sobre o tema. Todo esse material deveria fundamentar a argumentação dos grupos na última etapa da proposta, que seria a realização do Júri Químico, descrito na etapa seguinte. Nessa etapa houve o auxílio da professora no que diz respeito à análise das questões e no esclarecimento de dúvidas. Na medida do possível, buscamos não influenciar no posicionamento dos estudantes sobre a questão.

4ª etapa: foi realizado o Júri Químico, semelhante ao proposto por Oliveira e Soares (2005). Na nossa proposta, os estudantes foram incentivados a se posicionarem, a favor ou contra, à instalação de uma

fábrica de biodiesel, e a argumentarem em defesa de seus posicionamentos. De maneira geral, o funcionamento do júri ocorreu da seguinte maneira: o juiz foi representado pela professora, que apresentou o caso e conduziu toda a discussão. Aos alunos foram atribuídos papéis (Reis, 2003), de modo a envolvê-los mais efetivamente na situação apresentada no caso. Essa atribuição de papéis ficou a critério dos próprios alunos, que assumiram os seguintes personagens: advogados, testemunhas, ambientalistas, economistas, representantes da comunidade, júri, entre outros. Cabia ao juiz a tarefa de controlar a alternância das falas dos alunos (advogados), que fizeram as primeiras considerações. Em seguida, houve a apresentação das provas por aqueles que eram contra e aqueles que eram a favor à instalação da fábrica. Essas provas foram construídas no decorrer das atividades com o auxílio da professora, que forneceu materiais, auxiliou na análise do problema e no esclarecimento das dúvidas. No final do julgamento, cada aluno (advogado) fez as suas considerações finais encerrando a atividade. A professora se reuniu com o júri e em seguida comunicou a todos a decisão tomada.

Para a análise dos argumentos dos alunos empregamos o Modelo de Argumento de Toulmin (1958), um instrumento de análise muito utilizado para investigar a argumentação científica produzida por alunos no Ensino de Ciências (Erduran, Simon e Osborne, 2004). O modelo, ilustrado na figura 2, identifica os elementos fundamentais de um argumento, assim como as relações existentes entre eles.

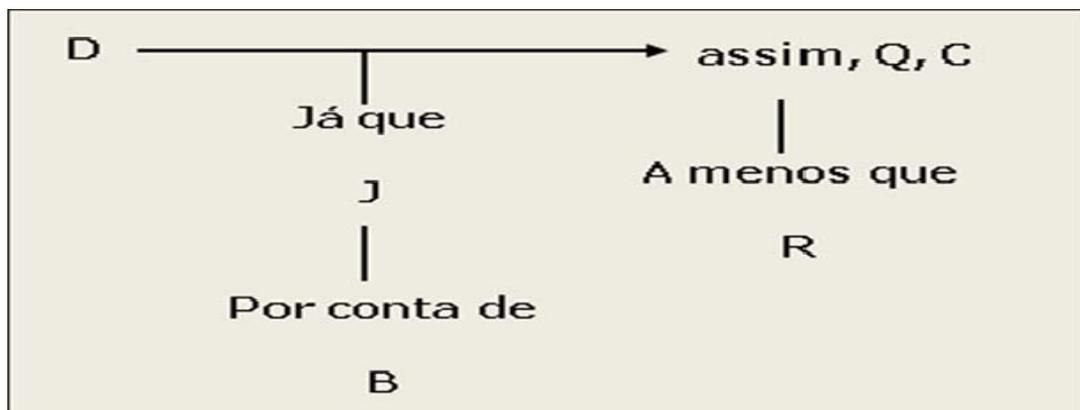


Figura 2. – Modelo de argumento de Toulmin (1958).

De acordo com Toulmin, os elementos fundamentais de um argumento são 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. Dessa 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. 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, um lei jurídica ou científica, por exemplo, que fundamenta a justificativa.

Com o objetivo de verificar as impressões dos alunos a respeito da atividade realizada, aplicamos um questionário de avaliação, composto de sete afirmações relacionadas ao desenvolvimento de habilidades, e para cada uma delas os alunos deveriam escolher a alternativa que melhor descrevesse a sua opinião. As respostas foram expressas em escala Likert (5 pontos variando entre concordo totalmente e discordo totalmente) e indicadas em porcentagem, de acordo com a opinião do aluno para cada uma das afirmações: CT (Concordo Totalmente), CP (Concordo Parcialmente), I (Indeciso), DP (Discordo Parcialmente), DT (Discordo Totalmente). Para cada questão foi oferecido ainda um espaço para que os alunos comentassem livremente sobre as suas impressões a respeito das afirmações contidas no questionário. Na figura 3 estão elencadas as sete afirmações contidas no questionário de avaliação.

<p>Avaliação da atividade com Estudo de Caso e Júri Químico</p> <ol style="list-style-type: none">1. Desenvolvi a minha capacidade de argumentação para a defesa das minhas ideias.2. Desenvolvi a minha capacidade de realizar trabalhos em grupo.3. Desenvolvi a minha habilidade de investigação na busca de soluções para resolver problemas.4. Desenvolvi a minha capacidade de persuasão na apresentação das minhas justificativas.5. Desenvolvi a minha capacidade de solucionar problemas.6. Desenvolvi a minha capacidade de tomar decisões diante de problemas da vida real.7. A utilização do Júri Químico é uma boa estratégia para melhorar a qualidade das aulas e o meu interesse pela disciplina.

Figura 3. – Questionário de avaliação dos alunos sobre a atividade.

Resultados e discussão

A seguir apresentamos a análise dos resultados obtidos em cada uma das etapas da proposta, mencionadas anteriormente.

Análise das concepções prévias dos alunos acerca de questões relacionadas ao tema energia e biocombustíveis

A primeira etapa da proposta consistiu na aplicação de um pré-teste (Figura 1). Pretendíamos especular a respeito dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito de questões como: energia, fontes de energia e biocombustíveis (com destaque no biodiesel).

As duas primeiras questões do pré-teste estão relacionadas às concepções dos alunos a respeito do tema “energia”. Para a primeira questão, algumas das respostas colocadas pelos alunos, quando especulados sobre o seu entendimento sobre o tema, foram:

(1) É a luz (...).

- (2) É correr, pular, brincar, acender uma lâmpada (...).
- (3) É uma fonte que gera luz (...).
- (4) É o que movimenta os eletrodomésticos e outros aparelhos.
- (5) É uma força de energia gerada pela água passando por vários processos e distribuída para casas e várias coisas.

De acordo com as respostas dos alunos verificamos que o conhecimento dos mesmos a respeito do conceito de energia não condiz com a definição científica comumente encontrada nos livros didáticos. Segundo Jacques e Alves Filho (2008) o tema em questão é abstrato e muito abrangente, o conceito de energia é de difícil compreensão e fica muitas vezes a mercê de interpretações causais, o que contribui para o fortalecimento do senso comum e de concepções equivocadas.

Nessa perspectiva, verificamos que as respostas dos alunos para as duas primeiras questões se adequam à classificação proposta por Watts (1983). Para a questão relacionada ao conceito de energia, as respostas 1, 2 e 3 podem ser classificadas como produto, atividade e reservatório, respectivamente, e as respostas 4 e 5 como funcional.

Ao perguntamos, na segunda questão, se eles poderiam imaginar a vida sem a existência de energia, todos se manifestaram negativamente. Com exceção da resposta 9, que foi classificada como atividade, todas as outras podem ser classificadas como funcional. A seguir, as respostas de alguns alunos para a questão:

- (6) Seria muito ruim, porque o mundo ia ficar muito escuro (...).
- (7) Não, porque sem energia numa empresa, casa, cidade e etc. ninguém trabalha (...).
- (8) Não seria muito útil, porque para assistir televisão precisa ter uma energia (...).
- (9) Não, pois sem a energia física e a energia elétrica não dá pra viver (...).
- (10) Não, porque sem a energia não se pode utilizar a tecnologia (...).

As respostas para o questionamento levantado na questão 2 sobre a possibilidade de vivermos sem energia, mostram que as concepções dos estudantes sobre o tema são bastante influenciadas por ideias oriundas de suas vivências. Muitos definem energia como fonte motora (funcional) de todas as coisas, colocando a energia elétrica como fonte principal, pelo fato de estar diretamente ligada ao funcionamento de utensílios domésticos, ao fornecimento de luz, ao uso de eletroeletrônicos, dentre outras utilidades.

Quanto à terceira questão, relacionada ao entendimento dos alunos sobre fontes de energia, as respostas mais frequentes apresentaram nível de complexidade semelhante às ilustradas a seguir:

- (11) É o que produz energia (...).
- (12) É a base de energia, por exemplo, água (...).
- (13) É onde se inicia a produção (...).

(14) É onde se concentra uma grande parte de energia gerada pela água (...).

Em relação às questões concernentes ao conhecimento sobre as diferentes fontes de energia existentes, 38,5% dos alunos não ofereceu nenhum tipo de resposta para a questão 4 e 84,6% nenhuma resposta para a questão 5. Daqueles que responderam, verificamos respostas semelhantes às apresentadas abaixo, para as questões 4 e 5, respectivamente.

(15) Energia elétrica, energia solar.

(16) Eólica, solar; o recurso renovável é aquele que pode ser usado várias vezes, já o não renovável não pode ser usado várias vezes (...).

A partir da análise das respostas para as questões 3, 4 e 5, relacionadas ao conceito e tipos de fontes de energia, verificamos que o conhecimento dos estudantes sobre essas questões é extremamente superficial, o que demonstra a pouca ou nenhuma compreensão sobre o tema trabalhado. Situação semelhante foi verificada em relação às questões 6, 7 e 8, que dizem respeito ao tema "biocombustíveis", para as quais a maioria dos alunos não forneceu nenhum tipo de resposta. Por exemplo, para a questão 6 (O que você entende por biocombustíveis?), 69% dos estudantes que responderam ao pré-teste deixaram a questão sem resposta e os demais apresentaram respostas superficiais, como verificamos nos exemplos a seguir.

(17) Eu acho que é a gasolina que se coloca nos automóveis.

(18) Eu entendo que isso é um líquido que usam em carros, várias outras coisas.

(19) É um tipo de combustível que agride menos a natureza.

Com base nas respostas obtidas no pré-teste, percebemos que, apesar de se tratar de um tema atual e bastante discutido pelos meios de comunicação, os estudantes ainda não possuem conhecimento significativo sobre a questão dos biocombustíveis, suas formas de utilização e origens. Essa constatação demonstra o nível de desinformação dos estudantes com relação ao tema.

Análise da argumentação dos alunos durante o Júri Químico

A partir da análise da discussão ocorrida durante o Júri Químico, classificamos as falas dos alunos segundo o Modelo de Argumentação de Toulmin (1958). O Modelo permite a reflexão sobre a estrutura do argumento e ajuda a evidenciar seus componentes, destacando a importância das relações lógicas que deve haver entre eles. No entanto, há estudos que apontam para limitações que devem ser consideradas na análise da argumentação de alunos em situações de ensino (Driver e Newton, 1997; Kelly e Takao, 2002). Segundo os autores, o modelo não conduz a julgamentos sobre a verdade ou sobre a adequação do argumento, apenas permite a análise estrutural. Desta forma, é necessário incorporar o conhecimento específico do assunto à análise. Além disso, o esquema apresenta a argumentação de forma descontextualizada. Kelly e Takao (2002) chamam a atenção ainda para o fato de que, em algumas

situações, é difícil distinguir, por exemplo, entre “dados” e “justificativas”, ou “justificativas” e “conhecimentos básicos”. Neste trabalho também encontramos dificuldades na distinção entre alguns elementos. Nesses casos a decisão final se deu por meio da discussão e negociação entre as autoras do trabalho.

Os aspectos que fundamentaram a argumentação dos grupos também foram analisados e classificados de acordo com a sua natureza: econômico, ambiental, social e/ou científico. No Anexo 2 estão ilustrados fragmentos das falas dos alunos durante o Júri Químico e a classificação desses enunciados de acordo com o referencial teórico adotado e com os aspectos que fundamentaram a argumentação de cada aluno. Cada “tomada de palavra”, por um determinado sujeito falante, corresponde a um turno de conversação. A discussão, na íntegra, foi constituída por 115 turnos de conversação. Cabe esclarecer que C representa o grupo que está contra a instalação da fábrica e F representa o grupo favorável.

De acordo com o anexo 2, o Júri Químico inicia com a exposição do caso pelo juiz (professor), seguida pelas colocações dos advogados C1 e C2, nos turnos 2, 7 e 8, que utilizam justificativas e conhecimentos básicos com o intuito de fundamentar a conclusão do grupo, desfavorável à instalação da fábrica. Esses alunos alegam que, com a implantação da fábrica, nos carros que foram produzidos entre 2002 e 2003, haveria a necessidade de troca de peças, gerando elevados custos. As colocações dos advogados C1 e C2 são fundamentadas em aspectos econômicos e científicos.

Após a defesa dos advogados de acusação entram em cena os advogados de defesa (a favor da fábrica). Nos turnos 10 e 11, os advogados F1 e F2 apresentam justificativas para a conclusão do grupo de ser favorável à instalação da fábrica, que estão relacionadas a aspectos de natureza social, ambiental e econômica, como geração de empregos, preservação do meio ambiente e baixo custo do produto. No turno 20 identificamos a primeira refutação pelo advogado C1, que aponta para a possibilidade de queda na produção de alimentos por conta do espaço que será destinado à plantação da matéria-prima. No turno 28, o advogado justifica seu posicionamento alegando sobre a necessidade de plantações imensas para o consumo de mamona em larga escala e o conseqüente desmatamento de florestas em lugares onde a fiscalização dos recursos florestais não é adequada. Nos turnos 66 e 70 as testemunhas de acusação e defesa apresentam justificativas para as suas conclusões a respeito da questão. No turno 66 a testemunha C1, levada pelos advogados de acusação, justifica sua posição de ser contra a instalação da fábrica e, para tanto, apresenta argumentos de natureza científica e ambiental. No turno 70 a testemunha F1 apresenta como justificativa para sua opinião favorável à geração de empregos proporcionada pela instalação da fábrica.

A discussão segue nesse ritmo, com a frequente apresentação de justificativas, conhecimentos básicos, refutações e conclusões. Não foram utilizados qualificadores modais por nenhum dos grupos. Também foi apresentada uma série de dados a respeito do tema (não ilustrada no anexo 2), o que demonstra o empenho dos alunos na busca de informações nas diversas fontes disponíveis (livros, internet, textos fornecidos pelo professor etc.).

Em contrapartida, é digno de nota que considerável número de informações colocadas pelos grupos apresentava incoerências com relação às informações divulgadas pelo PNPB e outras fontes por nós utilizadas. Os estudantes mostraram preocupação em apresentar argumentos que fundamentassem os seus posicionamentos, mas foi possível perceber que a confiabilidade dessas informações não foi por eles conferida em algumas situações. Ou seja, no decorrer da discussão foram apresentados, pelos alunos, argumentos inadequados ou incompletos que tiveram que ser corrigidos ao longo da atividade, como por exemplo, a questão da troca de motores, da cristalização do biodiesel e do óxido de nitrogênio como o grande responsável pela baixa qualidade do ar em São Paulo. De acordo com o PNPB, não é necessária a troca de motores nos carros, mas apenas a troca de alguns retentores da bomba injetora, pois o biodiesel é bastante agressivo sobre essas borrachas. Quanto à cristalização, o biodiesel é mais viscoso que o diesel, logo em regiões de clima muito frio a viscosidade do biodiesel aumenta bastante. Assim como o diesel, podem ocorrer formações de pequenos cristais, que se unem e impedem o bom funcionamento do motor. Porém, existem diversas precauções como o uso de aditivos que podem contornar este problema. Dessa forma, a informação por eles fornecida não pode ser considerada errada, mas incompleta, de acordo com a fonte pesquisada. No que diz respeito ao óxido de nitrogênio, ele é um dos responsáveis pela poluição em São Paulo, mas não o único. Materiais particulados, gás metano, dióxido e óxido de carbono também são responsáveis pela baixa qualidade do ar na região.

Após as últimas explanações de advogados e testemunhas, o juiz se reuniu com o júri para decidir o veredicto final. Cabe esclarecer que o júri foi constituído por alunos que não tinham uma opinião formada sobre a questão. Cada jurado expôs argumentos para a decisão tomada. O jurado 1, no turno 110, se posicionou contra à instalação da fábrica e, para tanto, apresentou justificativa baseada em aspectos sociais e econômicos. O jurado 2 se posicionou a favor da fábrica, no turno 114, justificando a sua conclusão também com base em aspectos econômicos e sociais. O resultado final foi apresentado pelo juiz, que por 3 votos a 1, decidiu pela não instalação da fábrica de biodiesel na cidade de Itacaré.

De acordo com Jimenez Aleixandre e Bustamante (2003) argumentação de boa qualidade é aquela acompanhada de justificativas. Nessa perspectiva, buscamos quantificar a frequência de justificativas empregadas pelos estudantes na defesa de seus posicionamentos durante o Júri Químico. Assim, verificamos que dos 115 turnos de conversação, 33,9% consistiram em justificativas para a posição favorável ou desfavorável dos grupos em relação à instalação da fábrica. Considerando o elevado número de turnos de conversação um indicativo de que o debate promovido favoreceu a ocorrência de argumentação (Zohar e Nemet, 2002) e a abundância de justificativas empregadas durante o Júri Químico, além da utilização adequada de elementos como dados, conclusões e conhecimentos básicos, consideramos de boa qualidade a argumentação dos estudantes sobre a resolução do caso.

Análise comparativa das ideias dos alunos no pré-teste e Júri Químico

Com o intuito de especularmos sobre a evolução do conhecimento dos estudantes a respeito do tema estudado "biocombustíveis", realizamos uma análise comparativa de respostas dadas no pré-teste e argumentos usados durante o Júri Químico, pelos mesmos alunos. De modo geral, percebemos no pré-teste a predominância de respostas simples e diretas, baseadas em concepções adquiridas no cotidiano. Em contrapartida, toda a preparação dos alunos para o Júri Químico (atividades, pesquisas bibliográficas etc.) parece ter favorecido a melhor compreensão a respeito do conteúdo científico relacionado ao tema e de suas implicações na sociedade e no ambiente. Tal constatação pôde ser verificada nos argumentos elaborados pelos alunos durante a defesa de seus posicionamentos na realização do Júri Químico. Ou seja, buscamos verificar na discussão em que medida menções a aspectos científicos, não identificadas nas respostas dadas ao questionário, foram verificadas nos enunciados dos alunos durante a discussão. Desse modo, verificamos em 30,4% dos turnos de conversação, menções por parte de diferentes alunos, a questões como cristalização, número de oxidação, composição de substâncias, assim como às implicações ambientais e sociais relacionadas, por exemplo, ao uso de combustíveis fósseis, geração de resíduos e produção do biodiesel.

Os resultados observados sugerem melhorias acerca da compreensão da maioria dos alunos a respeito do tema trabalhado. Os alunos passaram a utilizar uma linguagem química mais apropriada na elaboração de suas respostas durante o Júri Químico. Também é necessário considerar que, provavelmente, a segunda e a terceira etapa da proposta, contribuíram de maneira significativa para a melhor compreensão acerca do tema pelos alunos. A seguir, são ilustrados exemplos de respostas dadas por três alunos, no pré-teste e no Júri Químico, que ilustram como a análise foi realizada e corroboram a nossa crença de que a aplicação da proposta surtiu efeito positivo na compreensão dos estudantes sobre a temática.

Aluno 1 (Pré-teste):

Quando perguntado ao Aluno 1, no pré-teste, qual o seu entendimento sobre biocombustível, obtivemos a seguinte resposta:

É um combustível que usa química...

Aluno 1 (Júri químico):

No entanto, com o propósito de persuadir o júri a não permitir a instalação da fábrica na cidade de Itacaré, na discussão ocorrida durante o Júri Químico o Aluno 1 apresentou argumentos baseados em aspectos científicos. Apesar de a resposta do aluno não condizer totalmente com a realidade, como já explicado anteriormente, percebemos evolução do conhecimento científico pelo aluno, uma vez que o mesmo empregou ideias relacionadas a questões como cristalização e viscosidade. Ou seja, se comparada com a resposta dada no pré-teste, percebemos uma linguagem bem mais rica, do ponto de vista científico, durante o Júri Químico. A seguir a argumentação usada pelo o aluno para justificar que, com o uso do biodiesel, alguns carros teriam que fazer adaptações nos motores, gerando aumento de custos.

Acontece a cristalização quando o lugar é muito frio e o motor para, porque o biodiesel é muito viscoso aí congela e para de funcionar...

Aluno 2 (Pré-teste):

A seguir é apresentada a resposta do Aluno 2 relacionada ao seu entendimento sobre o conceito de biocombustíveis:

Eu acho que é a gasolina que se coloca nos automóveis...

Aluno 2 (Júri químico):

Em contrapartida, com o intuito de fundamentar o seu posicionamento a respeito da implantação da fábrica, na argumentação do Aluno 2 foram considerados aspectos científicos e ambientais. Apesar de alguma incoerência na informação, é indiscutível a evolução do pensamento do aluno a respeito do assunto, se comparado com as respostas fornecidas no pré-teste:

(...) de todas as partículas emitidas pelos combustíveis, esta é a única que com o biodiesel apresenta ligeiro aumento, o óxido de nitrogênio pode aumentar em 15% no uso do B100. O NOx é o grande responsável pela baixa qualidade do ar em SP, isso ameaça a qualidade em todas as plantações (...). Então vai baixar a qualidade do ar. As pessoas não percebem, vão deixar de plantar o que comer para plantar combustível.

Aluno 3 (Pré-teste):

Quando questionado sobre o seu entendimento sobre biocombustíveis, o Aluno 3 respondeu da seguinte maneira:

Eu entendo que isto é um líquido que usam em carro, várias coisas...

Aluno 3 (Júri Químico):

Para responder a refutação do advogado C1, no turno 11, o Aluno 3 utilizou outra refutação, baseada em aspectos ambientais e sociais. A seguir a argumentação usada pelo aluno:

O biodiesel tem várias funções, a 1ª é resolver o problema global do efeito estufa, a 2ª é limpar a atmosfera de fuligem e enxofre e a 3ª é promover a inclusão social e melhorar as condições de trabalho no campo (...).

Resultados como os mencionados acima sugerem que a compreensão dos estudantes acerca da temática foi favorecida a partir da realização da atividade. Porém, com o intuito de especular sobre a receptividade da proposta de ensino entre os estudantes realizamos ainda uma avaliação e buscamos verificar quais as suas impressões sobre as atividades realizadas. Resultados dessa avaliação são discutidos no tópico seguinte.

Impressões dos estudantes a respeito da atividade

Dos 34 alunos matriculados na turma onde a proposta foi aplicada, apenas 28 participaram da atividade, e destes, somente 21 responderam ao questionário de avaliação.

Os dados resultantes da aplicação do questionário foram distribuídos segundo a ocorrência das alternativas escolhidas nas questões. Vale ressaltar que na Figura 4, as afirmações estão dispostas no gráfico pelos seus respectivos números, de acordo com a Figura 3.

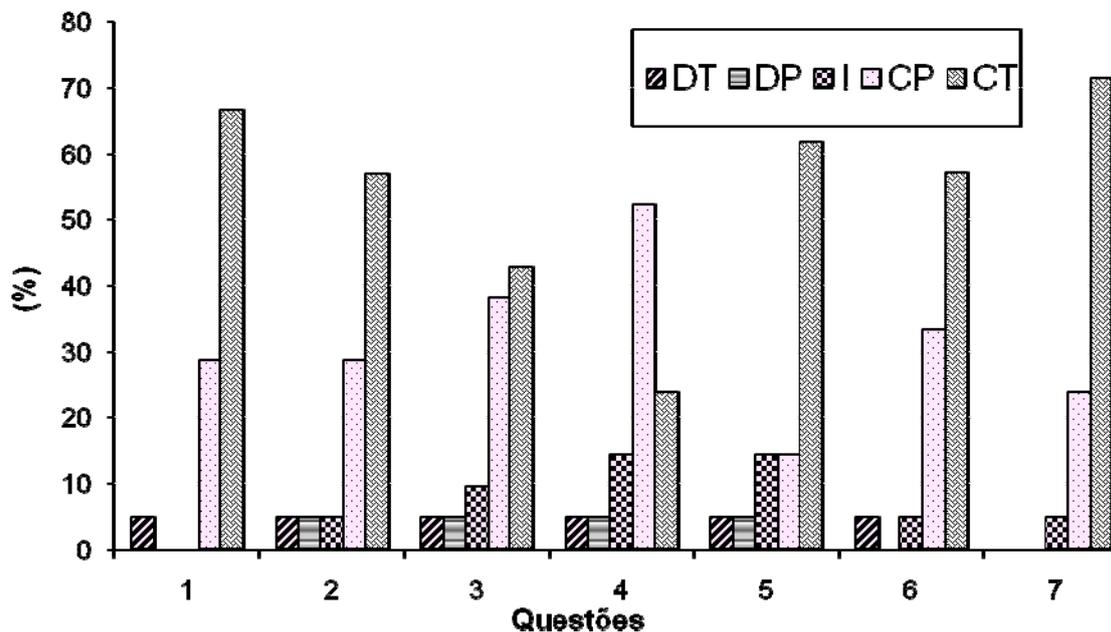


Figura 4 - Respostas dadas pelos estudantes ao questionário de avaliação da atividade, onde CT = Concordo Totalmente, CP = Concordo Parcialmente, I = Indeciso, DP = Discordo Parcialmente, DT = Discordo Totalmente.

Conforme observamos na figura 4, a maioria dos estudantes que respondeu ao questionário de avaliação foi favorável à atividade proposta, ou seja, para todas as afirmações a respeito do desenvolvimento de habilidades, houve um significativo número de respostas favoráveis (somatório das respostas CT e CP).

No que diz respeito à primeira questão, relacionada ao desenvolvimento da habilidade de argumentação, cerca de 95% dos estudantes registraram respostas favoráveis (somatório das respostas concordo totalmente e concordo parcialmente). Esse número significativo sugere que as várias oportunidades de discussão oferecidas aos estudantes durante a aplicação da atividade contribuíram para o aperfeiçoamento de habilidades relacionadas à comunicação oral. Abaixo estão dispostos alguns comentários dos alunos na questão aberta relacionada ao primeiro item:

Consegui participar, dar argumentos e sugestões (...).

Ajudou na minha capacidade de organizar as ideias (...).

Para a afirmação contida no item 2, que diz respeito à capacidade de realizar trabalho em grupo, 85,66% dos alunos responderam que aperfeiçoaram essa habilidade. Nesse sentido, estudos comprovam que em atividades realizadas em grupo, os alunos conseguem aprender de forma mais significativa do que individualmente (Freeman, 1996; Johnson e Johnson, 1985). Além disso, o trabalho em grupo proporciona uma maior interação professor-aluno e aluno-aluno, pois a relação tende a ser mais

próxima se comparada a atividades realizadas individualmente, principalmente quando as turmas são numerosas (Pfaff e Huddleston, 2003). No entanto, aproximadamente 9,5% dos alunos responderam negativamente no que se refere ao trabalho em grupo. Esse tipo de impressão é explicado por diversos autores (Pfaff e Huddleston, 2003; Strong e Anderson, 1990), que apontam a falta de comprometimento de alguns componentes do grupo com as tarefas como um dos maiores problemas que provocam a queda da produtividade e a falta de motivação do grupo. No momento em que os grupos estavam sendo formados alguns alunos questionaram que, quando faziam trabalho em grupo, alguns integrantes não cooperavam. A seguir alguns comentários dos alunos com relação ao trabalho em grupo:

Me ajudou a me entrosar mais com meus colegas (...).

Concordo, porque com o trabalho em grupo as ideias ficam mais fortes (...).

Trabalho em grupo não presta, você faz tudo sozinha para os outros (...).

No que diz respeito às afirmações 3, 5 e 6, relacionadas à capacidade de tomada de decisão e resolução de problemas, os alunos registraram um elevado número de respostas favoráveis. Isso sugere que as várias oportunidades de discussão oferecidas aos estudantes durante a aplicação da atividade contribuíram para o aperfeiçoamento das habilidades descritas. A seguir comentários dos alunos com relação às questões:

Com a investigação que tive que fazer, pude descobrir várias soluções para resolver problemas em outras disciplinas (...).

Concordo, pois temos que tomar decisões na vida real com consciência (...).

Para a questão 4, relacionada à capacidade de persuasão, os alunos responderam que a atividade os ajudou no desenvolvimento dessa habilidade, uma vez que tiveram que persuadir o júri com suas argumentações, 76,16% das respostas foram favoráveis para esse item. Cabe destacar que essa afirmação foi a única em que a frequência de respostas do tipo "Concordo Parcialmente" foi superior a do tipo "Concordo Totalmente". Acreditamos que esse resultado se deva ao fato de a palavra "persuasão" não ser familiar aos alunos. Além disso, essa questão foi a única em que os alunos não expressaram qualquer tipo de comentário.

No Item 7, a porcentagem de 95,22% de respostas favoráveis sugere que a utilização de atividades lúdicas no Ensino de Ciências apresenta uma boa receptividade por parte dos alunos. Os comentários mais frequentes feitos pelos estudantes foram os seguintes:

Com certeza, houve desempenho dos alunos e desenvolvimento (...).

Eu gostei muito desse trabalho, pois eu apresentei muitas coisas interessantes, e abriu mais o meu conhecimento (...).

Concordo é um boa estratégia, melhorei minha qualidade e tive interesse pela disciplina (...).

Conclusões

Os resultados obtidos a partir da análise do pré-teste mostraram que os conhecimentos dos estudantes a respeito do tema abordado nessa pesquisa eram extremamente superficiais. No entanto, tais concepções serviram como norteadoras para as atividades que foram desenvolvidas durante a realização do trabalho.

Durante o Júri Químico, observamos que os alunos apresentaram argumentos bem elaborados, na perspectiva de Toulmin (1958) e fundamentados em aspectos científicos, econômicos, sociais e ambientais. Por outro lado, vale ressaltar que, apesar do grande número de argumentos apresentados, informações erradas e incompletas foram identificadas, sendo necessária a intervenção do professor em diversos momentos para correções e esclarecimentos. Tal fato corrobora a colocação de Driver e Newton (1997) sobre a limitação do Modelo de Toulmin, mencionada anteriormente. A grande ocorrência de dados, justificativas, refutações e conhecimentos básicos, durante a discussão, demonstra o empenho dos alunos para fundamentar os seus posicionamentos e contestar as ideias do grupo opositor.

A partir da análise comparativa das respostas dadas no pré-teste com a argumentação dos mesmos durante o Júri Químico, foi possível observar uma melhora significativa no entendimento dos estudantes sobre o assunto trabalhado. No que diz respeito à relação entre argumentação e conhecimento científico, Aufschnaiter et al. (2008) apontam que o principal indicador da existência, ou não, de uma boa qualidade de argumentação depende da familiaridade e da compreensão dos alunos sobre o conteúdo abordado na tarefa. Os autores alertam ainda para a necessidade de se considerar a natureza e a extensão dos conteúdos, assim como as suas experiências e conhecimentos específicos, antes de pedir-lhes para argumentar. Nessa perspectiva, os resultados obtidos em relação à compreensão dos estudantes sobre o tema nos levam a crer que a extensão e a complexidade envolvidas na questão foram adequadas a estudantes do Ensino Médio e favoráveis à ocorrência de argumentação.

A análise realizada em relação ao grupo estudado sugere que as atividades propostas se mostraram adequadas para estimular a argumentação dos alunos frente a uma situação controversa, além de favorecer a aprendizagem de conceitos relacionados ao tema como: energia e combustão, temperaturas de fusão e ebulição, solubilidade, densidade e separação de misturas. Os resultados obtidos a partir do questionário de avaliação sugerem ainda que a atividade teve boa receptividade por parte dos alunos, que acreditam ter desenvolvido, além da argumentação, habilidades como trabalho em grupo e tomada de decisão. Cabe destacar que, muito embora tais habilidades possam ter sido favorecidas, aspectos a elas relacionados não foram estudados no presente trabalho.

Referências bibliográficas

Andrade, M.A.B.S. e L.M.L. Campos (2005). Possibilidades e limites da prática da aprendizagem baseada em problemas (PBL) no ensino médio.

Em: *Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*, Granada, Barcelona.

André, M.E.D.A. (2005). *Etnografía da prática escolar*. São Paulo: Papyrus Editora.

Aufschnaiter, C.V.; Erduran, S.; Osborne, J. e S. Simon (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45, 1, 101-131.

Capecchi, M.C.V.M. e A.M.P. Carvalho (2000). Argumentação em uma aula de conhecimento físico com crianças na faixa de oito a dez anos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5, 3, 171-189.

Carvalho, A.M.P. (2006). Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. Em: Santos, F.M.T e I.M. Greca (Orgs.), *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias* (pp. 13 - 48). Ijuí: Unijuí.

Cuenca, M.J. (1995). Mecanismos lingüísticos y discursivos de la argumentación. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 25, 23-40.

Dawson, V.M. e G. Venville (2010). Teaching Strategies for Developing Students' Argumentation Skills About Socioscientific Issues in High School Genetics. *Research in Science Education*, 40, 2, 133 – 148.

Driver, R.; Newton, P. e J. Osborne (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 3, 287-312.

Driver, R. e P. Newton (1997). Establishing the norms of a scientific argumentation in classrooms. Em: *European Science Education Research Association Conference*, Roma.

Erduran, S.; Simon, S. e J. Osborne (2004). TAPPING into argumentation: development in the application of Toulmin's Argument Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, 6, 915 – 933.

Felton, M.K. (2004). The development of discourse strategies in adolescent argumentation. *Cognitive Development*, 19, 1, 35-52.

Freeman, K. (1996). Attitudes toward work in projects groups as predictors of academic performance. *Small Group Research*, 27, 2, 265-82.

Herreid, C.F. (1994). Case studies in science – A novel method of science education. *Journal of College Science Teaching*, 23, 4, 221-229.

Herreid, C.F. (1998). What makes a good case?. *Journal of College Science Teaching*, 27, 3, 163-169.

Herreid, C.F. (2003). The Death of problem-based learning?. *Journal of College Science Teaching*, 32, 6, 364-366.

Hodges, L.C. e L.C. Harvey (2003). Using collaborative cases in organic chemistry. *The Chemical Educator*, 8, 6, 346-351.

Jacques, V. e J.P. Alves Filho (2008). O conceito de energia: os livros didáticos e as concepções alternativas. Em: *XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Curitiba - Paraná.

Jiménez Aleixandre, M.P. e J.D. Bustamante (2003). Discurso de aula y argumentación em la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21, 3, 359 – 370.

Johnson, D.W. e R.T. Johnson (1985). Structuring groups for cooperative learning. *The Organizational Behavior Teaching Review*, 9, 8-17.

Kelly, G.J. e A. Takao (2002). Epistemic levels in argument an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86, 3, 314-342.

Kolsto, S.D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused sócio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28, 14, 1689-1716.

Kortland, K. (1996). An STS case study about students' decision making on the waste issue. *Science Education*, 80, 6, 673-689.

Lacerda, G. (1997). Alfabetização científica e formação profissional. *Educação & Sociedade*, 18, 60, 91–108.

Lemke, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Paidós.

Lüdke, M. e M.E.D.A André (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universidade de São Paulo.

Maloney, J. e S. Simon (2006). Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. *International Journal of Science Education*, 28, 15, 1817-1841.

Naylor, S.; Keogh, B. e B. Downing (2007). Argumentation and Primary Science. *Research in Science Education*, 37, 1, 17-39.

Oliveira, A.S. e M.H.F.B. Soares (2005). Júri Químico: uma atividade lúdica para discutir conceitos químicos. *Química Nova na Escola*, 21, 18-24.

Queiroz, S.L. e L.P. Sá (2005). Argumentação no ensino superior de química: investigando uma atividade fundamentada em estudos de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, extra, 1 - 5.

Petit, A. e E. Soto (2002). Already experts: showing students how much they know about writing and reading arguments. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, 45, 8, 674-682.

Pfaff, E. e P. Huddleston (2003). Does It Matter If I Hate Teamwork? What impacts student attitudes toward teamwork. *Journal of Marketing Education*, 25, 1, 37-45.

Reis, P.G.R. (2003). *O "admirável mundo novo" em discussão*, Lisboa: Ministério da Educação.

Sá, L.P. e S.L. Queiroz (2007). Promovendo a argumentação no ensino superior de química. *Química Nova*, 30, 8, 2035-2042.

Sá, L.P. e S.L. Queiroz (2009). *Estudo de casos no ensino de química*. Campinas: Editora Átomo.

Sá, L.P.; Francisco, C.A. e S.L. Queiroz (2007). Estudos de caso em Química. *Química Nova*, 30, 3, 731-739.

Santana, E.M. e E.J. Wartha (2006). O Ensino de Química através de jogos e atividades lúdicas baseados na teoria motivacional de Maslow. Em: *Encontro Nacional de Ensino de Química*, Campinas, São Paulo.

Santos, W.L.P.; Mól, G.S.; Matsunaga, R.T.; Dib, S.M.F.; Castro, E.N.F.; Silva, G.S.; Santos, S.M.O. e S.B. Farias (2005). *Química e Sociedade*, São Paulo: Nova Geração.

Strong, J.T. e R.E. Anderson (1990). Free-riding in group projects: control mechanisms and preliminary data. *Journal of Marketing Education*, 12, 2, 61-67.

Toulmin, S.E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.

Van Eemeren, F.H.; Grootendorst, R. e T. Kruiger (1987). *Handbook of Argumentation Theory: A Critical Survey of Classical Backgrounds and Modern Studies*. Dordrecht: Foris Publications Holland.

Villas Boas, B.M. (2004). *Portfólio, Avaliação e Trabalho Pedagógico – Campinas, SP: Papyrus*.

Waterman, M.A. (1998). Investigative case study approach for biology learning. *Bioscene – Journal of College Biology Teaching*, 24, 1, 3-10.

Watts, D.M. (1983). Some alternative views of energy. *Physics Education*, Bristol, 18, 5, 213-216.

Zohar, A. e F. Nemet (2002). Fostering student's knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 1, 35 – 62.

Anexo 1: Caso "A Fábrica de Biodiesel"

A Fábrica de Biodiesel

A Mata Atlântica é considerada, internacionalmente, como uma das áreas mais prioritárias do planeta em termos de sua diversidade biológica. Grande parte dessa área está situada na região sul da Bahia. A cidade de Itararé aproveita essa área de floresta como meio atrativo para turistas gerando uma boa renda para os moradores da cidade.

No início do ano chegou à cidade um grupo de empresários com a pretensão de instalar a filial de uma fábrica de biodiesel no local. Por um lado, a instalação da fábrica poderá beneficiar um grande número de pessoas, pelo fato de gerar empregos em uma região carente. Por outro lado, para a implementação da fábrica será necessária a ocupação de uma grande área, que será utilizada para a plantação do dendê, matéria prima empregada na produção.

A instalação da fábrica gerou discussões na cidade, as pessoas não sabem ao certo os benefícios e os malefícios que podem ocorrer por conta disso. Alguns apostam que a fábrica trará progresso para a região. Outros se preocupam com a questão ambiental, por conta da área que será ocupada para a instalação da fábrica e pelas consequências que a mesma pode trazer para o ambiente.

Seu Firmino, dono de uma pequena fazenda, recebeu uma proposta de compra de suas terras para a plantação do dendê. Manuel, seu filho, preocupado com as terras do seu pai, resolveu fazer uma pesquisa sobre o biodiesel e levantar possíveis vantagens e desvantagens, para melhor informar a comunidade e ajudar seu pai a tomar uma decisão.

Após a realização da pesquisa, Manuel reuniu-se com a comunidade para esclarecer algumas questões relacionadas ao caso. Doutor Aurélio, presidente da fábrica, foi convidado a fim de apresentar explicações aos moradores sobre os benefícios que a fábrica traria.

A discussão inicia com a fala de Dr. Aurélio: - A implantação da fábrica nessa região vai ser muito vantajosa, pois trará muitos empregos e melhor qualidade de vida para essa população tão carente. Além disso, o combustível para o funcionamento das máquinas ficará mais barato, pois não será necessário o gasto com transporte do combustível.

Manuel interferiu dizendo: - Eu não concordo com Dr. Aurélio. Sei que a população precisa de trabalho, mas com essa fábrica muitos agricultores teriam que deixar de plantar suas verduras e frutas, para plantar dendê. Além disso, a nossa floresta também será comprometida.

Após ouvir argumentos de ambos os lados, a população ficou confusa e agitada. Nesse momento Dona Célia, moradora da região, interferiu com a seguinte proposta: - Silêncio! Já que estamos divididos, proponho que façamos um júri para resolver a situação. Os que forem a favor ficarão responsáveis por trazer argumentos convincentes para a instalação da fábrica. Aqueles que forem contra, terão que argumentar contra a realização do projeto de construção da fábrica.

Agora, imaginem que vocês moram nessa região e precisam se posicionar a FAVOR ou CONTRA à instalação da fábrica de biodiesel. Para isso, terão que pesquisar de modo a ter argumentos convincentes que fundamentem a opinião do seu grupo.

Anexo 2: Fragmentos da transcrição da discussão dos estudantes durante o Júri Químico

Turno	Transcrição do diálogo	Argumento	Aspecto
1	Juiz: Está aberta a sessão onde será julgada a fábrica de biodiesel a ser instalada na cidade de Itacaré-BA (...).		
2	Advogado C1: Nós somos contra (...) porque tem vários fatores que não são bons, tem a troca de peças que alguns carros terão que fazer porque não são adaptados (...). Os motores fabricados de 2002 a 2003 terão que ser trocados e isso gera um grande custo (...).	C, J e B	Econômico
7	Advogado C1: Acontece a cristalização quando o lugar é muito frio e o motor para, porque o biodiesel é muito viscoso aí congela e para de funcionar.	B	Científico
8	Advogado C2: Aí não tem como impulsionar o motor.	B	Científico
10	Advogado F1: Somos a favor porque a região tem muitas pessoas desempregadas e com a fábrica vai trazer benefícios para os moradores (...). Além de trabalho, vai ter biodiesel mais barato (...).	C e J	Econômico e Social
11	Advogado F2: O biodiesel tem várias funções, a 1ª é resolver o problema global do efeito estufa, a 2ª é limpar a atmosfera de fuligem e enxofre e a 3ª é promover a inclusão social e melhorar as condições de trabalho no campo (...).	J	Ambiental e Social
20	Advogado C1: Com o biodiesel que estão propondo, vai se deixar de fazer plantação rural para plantar a matéria-prima para consumir em motores (...).	R	Social
28	Advogado C1: Se o consumo for em larga escala, serão necessárias plantações imensas, e em países que não fiscalizam adequadamente seus recursos florestais poderá ocorrer um grande índice de desmatamento de florestas para plantação de grão (...). Com o uso de grãos para a produção de biodiesel, poderemos ter um aumento nos preços dos produtos derivados desse tipo de matéria prima, ou que utilizam ele em alguma fase da produção (...).	J	Ambiental e econômico
66	Testemunha C1: De todas as partículas emitidas pelos combustíveis, esta é a única que com o biodiesel apresenta ligeiro aumento, o óxido de nitrogênio pode aumentar em 15% no uso do B100. O NOx é o grande responsável pela baixa qualidade do ar em SP, isso ameaça a qualidade em todas as plantações (...). Então vai baixar a qualidade do ar.	J e C	Científico e ambiental

70	Testemunha F1: Eu sou a favor (...) porque vai gerar empregos em uma região carente e que grande parte da população está desempregada.	C e J	Social
73	Advogado F1: Vai ser muito interessante a implantação dessa fábrica na região de Itacaré, porque além de ser um ponto turístico, vai se transformar em um ponto de referência por ter uma empresa dentro da cidade, de biocombustível.	J	Econômico
74	Testemunha F1: E também a cidade de Itacaré vai ser mais conhecida (...) vai se tornar uma cidade bem rica com essa fábrica instalada lá.	J	Econômico
75	Advogado C1: Então as pessoas vão pra Itacaré agora pra ver a fábrica e não mais a floresta e o mar?	R	Ambiental
77	Advogado C1: (...) vão usar grãos para a produção do biodiesel. Poderemos ter um aumento no preço do produto derivado desse tipo de matéria prima.	B	Econômico
94	Advogado F2: A implantação da fábrica será vantajosa, tem que levar em conta fatores sociais, econômicos, ecológicos e ambientais, também diminuição do efeito estufa, emissão de poluentes pra atmosfera como enxofre, ainda tem que avaliar os impactos econômicos. Não se faz um programa de bioenergia de um dia para o outro, tem que avaliar muitos fatores.	C	Científico, ambiental, econômico e social
102	Advogado C1: Na região da Ásia, lavouras de soja e dendê, cujos óleos são fontes potencialmente importantes de biodiesel, estão invadindo florestas tropicais que são importantes bolsões de biodiversidade, embora no Brasil muitas lavouras não tenham ainda utilidade para produção de biodiesel, essa preocupação deve ser considerada.	D	Ambiental
103	Advogado F2: Primeiro: vai ser implantada em Itacaré ou na Ásia?	R	
104	Advogado C1: Não importa se é na Ásia, o que acontece lá pode afetar nós aqui no Brasil. Lá na Antártida os pólos não estão derretendo? Então vai afetar o mundo inteiro.	J	Ambiental
110	Júri 1: Eu acho que a fábrica não deve ser instalada porque não tem garantias de emprego para a população.	J e C	Econômico e Social
114	Júri 2: Sou a favor (...) porque vai desmatar, mas a fábrica vai gerar empregos, porque para a fábrica funcionar eles precisam de pessoas pra trabalhar, ta certo que tem que ter qualificação, mas para plantar e trabalhar em outros setores não precisa, então vão contratar pessoas que moram longe ou as que estão perto e não precisam de	C e J	Econômico e Social

	transporte, porque isso tudo é gasto para a fábrica.		
115	Juiz: Eu e a promotoria nos reunimos com o júri e chegamos a decisão por voto, de 4 a 1, que a fábrica não vai ser construída (...).	C	