

JÚRI SIMULADO: O USO DA ARGUMENTAÇÃO NA DISCUSSÃO DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS ENVOLVENDO RADIOATIVIDADE

Jury Simulation: Use of argumentation in discussions of social-scientific issues involving radioactivity

Augusto Stumpf [stumpfna@hotmail.com]

Instituto Rio Branco

Rua Osvaldo Aranha, 438 – Centro - 93010-040. São Leopoldo, RS - Brasil

Luciano Denardin de Oliveira [luciano.denardin@pucri.br]

Faculdade de Física- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Av. Ipiranga, 6681 - Prédio 10 - Partenon - 90619-900 - Porto Alegre, RS - Brasil

Resumo

Este artigo trata de uma investigação acerca da utilização da estratégia de ensinagem do júri simulado como forma de se desenvolver, no âmbito da disciplina de física, atividades envolvendo a argumentação e que tratem de questões inerentemente polêmicas e controversas sobre assuntos cientificamente embasados, as chamadas questões sociocientíficas. Aqui abordamos a questão da utilização da radioatividade nos mais diversos setores da sociedade como na medicina e na arqueologia. Porém, demos maior enfoque à utilização de usinas nucleares como fontes de energia e discutimos os malefícios e benefícios trazidos ao ser humano e ao ambiente por esse fenômeno físico-nuclear.

Palavras-chave: argumentação; questões sociocientíficas; júri simulado; ensino de Física.

Abstract

This article deals with an investigation about the use of the teaching strategy jury simulation in order to develop, in physics classrooms, activities involving argumentation and inherently controversial and polemic issues about scientific questions, calls socio-scientific issues. Here we pointed the issue of the use of radioactivity in many sectors of society as in medicine and archeology. However, we gave greater focus to the use of nuclear power as energy sources and discuss the harms and benefits brought to man and the environment by this physical-nuclear phenomenon.

Keywords: Argumentation; social-scientific issues; jury simulation; physics teaching

Introdução

Este trabalho tem como proposta verificar a eficiência da estratégia do júri simulado em despertar a curiosidade científica dos estudantes do Ensino Médio e a consequente busca de conhecimentos a partir do estudo e da discussão sobre os malefícios e benefícios que a radioatividade oferece aos seres humanos e ao meio ambiente. Esperamos que a preparação dos argumentos e a dramatização do júri simulado desperte nos estudantes uma maior dedicação ao estudo e à pesquisa das teorias físicas nucleares.

Por meio da pesquisa e da elaboração de argumentos convincentes e corretamente embasados, os alunos defenderam seus pontos de vista acerca dos usos da radioatividade e da implementação de uma usina nuclear próxima ao seu local de residência. As atividades foram desenvolvidas em parceria com a disciplina de Língua Portuguesa, tentando mesclar os conteúdos específicos do currículo de física com a produção textual dissertativa. Assim, aproximamos o educando de fatos históricos, sociais e ambientais próximos a sua realidade, permitindo que não fiquem à margem dos acontecimentos, mas que possam entendê-los e se posicionarem a respeito

deles.

Fundamentação teórica

Muitos trabalhos (e.g. WARTHA, 2013; KATO, 2007) preconizam a necessidade da contextualização dos conteúdos curriculares nas atividades propostas em aulas de ciências, de modo que:

“...contextualizar o conteúdo significa assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Na escola, o conhecimento na maioria das vezes é reproduzido e acaba sendo uma transposição didática, na qual a linguagem joga papel decisivo. Contextualizar é o recurso que a escola tem para tirar o aluno da condição de espectador passivo. Contextualizar evoca e mobiliza competências cognitivas já adquiridas. (BRASIL, 1998, p.41).”

Também acreditamos que a utilização de situações cotidianas no ensino proporciona uma melhor compreensão teórica, pois, dessa maneira, o aluno passa a associar, analisar, criar hipóteses e fazer conclusões. Além disso, é preciso que os estudantes compreendam que os conteúdos com eles trabalhados foram escolhidos de modo a explicar fenômenos que estão presentes em suas rotinas diárias, desde o simples aquecimento de água numa chaleira até o mecanismo de funcionamento de aeronaves capazes de transportá-los de um lado a outro do globo terrestre. Muitos dos que estão no Ensino Médio, porém, acreditam que alguns tópicos abordados durante essa etapa escolar não possuem toda essa importância, sendo requeridos somente para a realização de uma prova classificatória para ingresso em uma universidade.

Creemos que uma abordagem argumentativa dos conteúdos poderia ser feita no âmbito escolar a fim de deixar mais claro aos alunos o papel do Ensino Médio. Isso se torna mais evidente quando nos deparamos com estudos como os de Felton (2004), Maloney e Simon (2006) e Naylor, Keogh e Downing (2007) que sinalizam como sendo de grande deficiência nos alunos de nível médio a habilidade de argumentação. A argumentação pode ser definida como um meio comunicativo de relação interpessoal no qual os envolvidos confrontam seus saberes e opiniões sobre determinado assunto a fim de convencer o outro sobre seus pontos de vista (CUENCA, 1995). Segundo Sanmartí (2003), para argumentar, é necessário escolher entre duas opções ou explicações diferentes e analisá-las racionalmente, de modo que isso nos permita julgar a opção escolhida como a mais adequada.

Cappechi (2010) nos mostra a importância de se trabalhar a argumentação na escola de nível médio, pois, em consonância com Plantin (2005), as intervenções argumentativas dos alunos durante discussões levam a uma construção ativa do conhecimento e propiciam um impacto positivo no seu aprendizado, já que eles passam a reconhecer afirmações duvidosas e contraditórias, bem como identificam e confrontam evidências com teorias científicas. Para Driver et al. (2000), essa importância se deve ao fato de que, a partir da prática da argumentação, os estudantes entendem melhor a racionalidade da ciência e assimilam conceitos científicos mais adequadamente. Villas Boas (2004) salienta ainda que, quando os alunos possuem oportunidades de se manifestarem, de desenvolverem sobre algum assunto, de argumentarem e se posicionarem diante de vários temas, ocorre um enriquecimento do seu processo de aprendizagem.

Recentemente, inúmeros pesquisadores em educação, como Jimenez-Aleixandre e Erduran (2008) vêm chamando atenção para a introdução e para o desenvolvimento de práticas argumentativas em aulas de ciências. Além disso, outra constante recomendação que se observa na literatura é a inserção de questões sociocientíficas (QSC) na prática pedagógica como um meio para o desenvolvimento dessas práticas argumentativas em sala de aula (SADLER, 2004; BERNARDO, 2012). Para Ratcliffe e Grace (2003), as QSC são indagações que têm como base a ciência e que,

devido ao seu poder de formar opiniões baseados no raciocínio e na ética, são capazes de causar um impacto potencialmente grande na sociedade. Reis e Galvão (2004) sugerem, inclusive, que discussões sobre QSC podem formar cidadãos dotados de conhecimento e capacidade de avaliar responsabilmente problemas científicos e tecnológicos da sociedade atual, já que envolvem controvérsias públicas que são permanentemente discutidas na mídia, abrangendo aspectos éticos e morais (PEREZ e CARVALHO, 2012).

As atividades argumentativas envolvendo debates sobre QSC são notoriamente realizadas em disciplinas pertencentes à área das ciências humanas, como Filosofia, Sociologia e História. Os estudos apontam, porém, que, se essas estratégias fossem trazidas para âmbito da educação científica, em disciplinas como Física, Química e Biologia, os resultados seriam surpreendentes (BELOVA et al., 2013). Segundo Mortimer (2000), Almeida (2004) e Kelly (2007), em todo o mundo, as análises discursivas em sala de aula estão ganhando espaço, pois o papel da linguagem tem destaque como elemento indispensável para o desenvolvimento e construção dos conhecimentos científicos.

Silva e Carvalho (2007) e Reis (2007) acreditam que o debate de QSC em sala de aula fornece uma ótima oportunidade de os alunos se aproximarem cada vez mais da produção científica — já que a argumentação é uma característica marcante do discurso científico (SANMARTÍ, 2003) — e de como esta se relaciona com a tecnologia e com o ambiente. Além disso, leva os estudantes a pensarem e repensarem as dimensões éticas, morais e políticas envolvidas com o assunto debatido. Kortland (1996) e Driver, Newton e Osborne (2000) destacam a introdução de QSC como meio de encorajar os educandos a desenvolverem práticas sociais responsáveis e a tomada de decisões a partir de questões vinculadas a sua realidade.

Uma das maneiras de se realizar uma prática argumentativa, tomando como ponto central uma questão sociocientífica controversa, segundo Petit e Soto (2012) é a utilização de atividades lúdicas com os alunos da escola média. Segundo McSharry e Jones (2000), atividades de *role-play*, nas quais os estudantes precisam interpretar um personagem para desenvolver suas habilidades argumentativas, são aquelas em que se obtêm as melhores contribuições por parte dos estudantes, pois possibilitam, conforme Kolstoe (2000), a compreensão do ponto de vista do outro. Podemos enquadrar a estratégia do júri simulado como uma atividade *role-play*.

Anastasiou (2009) apresenta o júri simulado como uma estratégia na qual se parte de problemas reais para que os alunos, por meio de argumentos de defesa e acusação, realizem análises e avaliações de fatos com objetividade e competência. Além disso, a autora também destaca que o diferencial de se trabalhar com um júri simulado é que ele possibilita a realização de várias operações de pensamento, como argumentação, análise de senso crítico, levantamento de hipóteses e tomada de decisões. Ademais, explora aspectos como a criatividade e improvisação, de forma que:

“...sua preparação é de intensa mobilização, pois, além de ativar a busca do conteúdo em si, os aparatos de outro ambiente, como roupas e mobiliários, oportunizam um envolvimento de todos para além da sala de aula. O espírito de dramaturgia que acompanha a realização de um júri simulado transforma a atividade em algo interessante para todos independentemente da função que irão desenvolver na apresentação final. É algo que envolve todos os momentos de construção do conhecimento, da mobilização à síntese, pela sua característica de possibilitar o envolvimento de um grande número de estudantes.” (ANASTASIOU, 2009, p.92)

Numa atividade prática que envolve um júri simulado, os alunos deverão basicamente ser divididos em grupos contra e a favor de uma questão central controversa e instigante. Os estudantes

poderão inclusive assumir papéis que nem sempre caracterizam a sua verdadeira posição ideológica acerca da temática escolhida. Assim, de acordo com Vieira (2011) e Vieira et al. (2012), o aluno poderá defender e oferecer justificativas para argumentos que ele não necessariamente concorda, em prol do desenvolvimento da argumentação e do aumento da complexidade dos argumentos apresentados. Albuquerque et al. (2013) utilizam dessa estratégia para discutir a construção de um shopping numa área próxima a um manguezal, enquanto que Souza e Alencar (2007) abordam o tema do motor a combustão. É evidente que um júri simulado constitui um excelente recurso alternativo para abordar a complexa argumentação em sala de aula de ciências, especialmente para lidar explicitamente com alternativas e contra-alternativas com relação a determinado assunto. A estratégia contribui para o posicionamento crítico dos alunos frente a um tema, contribuindo para que percebam a ciência em aspectos que transcendem os conteúdos específicos discutidos em aula.

Metodologia

A fim de seguir as orientações de pesquisadores da área da educação e incluir na prática docente de nível médio atividades que tenham como base o caráter argumentativo e que abordem questões sociocientíficas, foi elaborado e um método norteado pela pesquisa, pela produção textual e pelo desenvolvimento de uma atividade *role-play* na modalidade de júri simulado. Foram envolvidas nas ações realizadas as disciplinas de Física e Língua Portuguesa. O grupo estudado pela metodologia descrita a seguir, foi constituído por uma turma de 2ª série do Ensino Médio pertencente a uma instituição de ensino privada da região do Vale dos Sinos – Rio Grande do Sul. A turma era composta por 19 alunos na faixa etária dos 16 anos, sendo três do sexo masculino e o restante do sexo feminino.

Após a definição da questão controversa a ser trabalhada e discutida com os estudantes — radioatividade e implementação de uma usina nuclear nas redondezas do Vale dos Sinos —, iniciamos o planejamento das atividades que comporiam o longo processo de estudo em conjunto e que culminaria no debate do júri simulado. Segundo o plano elaborado, seriam necessárias 12 horas-aula para que todos os procedimentos didáticos fossem aplicados. A tabela 1 apresenta um panorama geral das atividades previstas e realizadas.

Tabela 1: Panorama das atividades realizadas

Atividade	Carga Horária
1 - Pesquisa bibliográfica sobre os conteúdos relativos à radioatividade.	2 horas
2 - Discussão oral sobre os conteúdos pesquisados na atividade 1 e explicação	2 horas
3 - Apresentação de um documentário sobre o acidente da usina de Chernobyl e separação dos alunos em grupos para atuarem no júri simulado.	2 horas
4 - Elaboração textual de uma dissertação sobre o tema trabalhado.	2 horas
5 - Elaboração coletiva dos argumentos e das indagações para utilização no júri simulado, bem como discussão sobre montagem e roteiro da atividade. Ensaio.	2 horas
6 - Júri simulado: apresentação de argumentos e contra-argumentos sobre a instalação utilização da energia nuclear.	2 horas

Ao serem comunicados que iriam participar de um trabalho envolvendo uma atividade lúdica e que o tema abordado seria a utilização da energia nuclear, os alunos demonstraram grande surpresa e entusiasmo. À medida que íamos explicando o passo a passo da abordagem, era possível notar que estavam empolgados e ansiosos para iniciar e vivenciar todo o processo.

As atividades do projeto iniciaram com uma pesquisa acerca dos conteúdos relacionados ao

tema. Os estudantes foram levados à biblioteca da escola, onde tiveram acesso à internet e a livros. O professor orientou os tópicos mais importantes que deveriam ser pesquisados para o futuro embasamento de seus argumentos quando da realização do júri simulado. Infelizmente ficou evidente a desmotivação, o desinteresse e a falta de dedicação dos membros da turma. Houve pouco questionamento a respeito daquilo que pesquisavam e ainda, várias vezes, foram chamados a se concentrarem no trabalho, uma vez que eram recorrentes conversas sobre assuntos paralelos. Percebendo a falta de elementos que despertassem a curiosidade epistemológica dos estudantes, modificamos nossos planejamentos, incluindo, num encontro posterior, a exibição de um documentário sobre o desastre de Chernobyl (PLAY FILM, 2006)

Antes disso, seguindo o cronograma inicialmente proposto, uma aula de discussão oral sobre os temas pesquisados foi oportunizada. Iniciamos apresentando algumas explicações sobre radioatividade. Conscientes da desmotivação anterior e do insucesso ao atingir todos os objetivos da aula, incluímos à discussão alguns tópicos envolvendo desastres radioativos, como o acidente radiológico de Goiânia e os efeitos biológicos das radiações, apresentando sintomas de envenenamento e exemplos de deformações apresentadas por fetos após seus progenitores terem sido expostos à radiação. Ao serem abordados tais tópicos, vinculando-os com os conteúdos formais sobre os fenômenos nucleares, os estudantes tiveram uma participação mais ativa, fizeram perguntas e anotações, indagando sobre outros desastres além daqueles mencionados e fazendo contribuições adicionais com os dados pesquisados. Ao final da aula, informamos que assistiríamos a um documentário sobre Chernobyl e que os estudantes poderiam buscar mais informações sobre o ocorrido. A reflexão sobre a prática e a mudança em relação ao plano inicial, apresentando os temas de forma instigante foi importante.

Durante a exibição do documentário, os estudantes estavam completamente focados no filme e nas informações nele narradas pelos professores, autoridades e outras personalidades que vivenciaram os fatos ocorridos há quase três décadas. Muitos levaram cadernetas para anotar dados, visando utilizá-los nos seus argumentos posteriores. Percebemos que foi durante a visualização da película que os alunos definiram suas posições ideológicas a respeito da utilização da energia nuclear. Inclusive, ao final dessa aula, os indagamos sobre que grupos na atividade do júri simulado eles gostariam de fazer parte. A divisão da turma ocorreu de maneira natural, dois alunos se propuseram a defender o uso da radiatividade; dois a refutar; dois a julgar; e os demais foram divididos entre jurados e repórteres.

Uma vez com os grupos do júri formados, precisávamos desenvolver a argumentação dos estudantes. Por esse motivo, com o auxílio do professor de Língua Portuguesa, os alunos trabalharam na elaboração de um texto dissertativo. Nesta modalidade de texto devem predominar as opiniões do seu autor sobre um tema específico, ou seja, exatamente o que precisávamos para aprimorar a capacidade argumentativa dos estudantes. Eles, então, concentraram-se na escolha de seus argumentos, lançaram no papel ideias soltas que foram sendo amarradas com o uso desses argumentos. Por fim, cada um dos alunos construiu um texto único e pessoal que trazia suas impressões sobre o tema abordado e que o ajudaria na interpretação de seu personagem na atividade que os aguardava.

No último encontro que antecedia a realização do júri simulado, os alunos foram separados nos seus grupos de atuação. Num determinado ponto da sala de aula encontravam-se os dois alunos que iriam refutar o uso da energia nuclear. Eles conversavam entre si, discutindo os dados que haviam buscado nas diversas fontes consultadas, bem como já estruturando, com a ajuda do texto opinativo que haviam escrito e de imagens buscadas na rede, os argumentos que utilizariam para contradizer os defensores e tentar convencer os jurados que a sua posição era a mais correta. Com relação aos defensores, eles estavam mais preocupados com o que iriam apresentar, pois temiam que as imagens fortes sobre os efeitos biológicos da radiação mostradas no filme influenciassem a

opinião dos jurados de que o uso da radioatividade teria mais contras do que prós. Devido a isso, isolaram-se e mantiveram quase tudo o que discutiam em sigilo. Por vezes, chamavam o professor e solicitavam alguma sugestão de dados ou argumentos que poderiam utilizar. Os jurados, que poderiam levantar questões para que defensores e acusadores respondessem no dia do júri, organizavam também seus dados e já iniciavam a formulação dessas indagações. Enquanto isso, o grupo dos repórteres e dos juízes elaborava o plano de montagem e escolhiam o local onde seriam realizadas as atividades. Em conjunto com o professor, decidiram que seria realizado no plenário da escola e que os alunos deveriam vir trajados a caráter. Era visível o grande envolvimento e preocupação de todos para que o debate ocorresse da maneira mais tranquila e positiva possível.

Por fim, chega o dia do júri simulado. Todos deveriam estar nervosos, pois deveriam expor suas opiniões na frente dos colegas e defendê-las com argumentos embasados em dados verdadeiros e concretos. Nesse dia, os momentos que se seguiram foram muito bem definidos num roteiro. Assim que iniciamos a atividade, o roteiro foi distribuído aos alunos e o professor explicou a sequência da atividade, orientando seus alunos como proceder em cada uma delas.

Dadas as orientações iniciais, os alunos, já caracterizados e munidos dos materiais que julgavam necessários, dirigiram-se para o plenário da escola e iniciaram a montagem do espaço. Com o ambiente preparado, iniciou-se o júri simulado. O educador tomou a palavra e solicitou que os juízes comesçassem. Os juízes abriram a seção informando o tema de discussão que estava em pauta: os usos da radiatividade e a implementação de uma usina nuclear nas áreas próximas ao Rio dos Sinos. Seguiu-se à abertura a fala dos advogados de acusação, que tiveram cinco minutos para introduzir suas ideias contrárias ao uso das radiações. Os colegas ouviram atentamente as palavras da acusação, fazendo anotações para possíveis indagações e contra-argumentos. Os representantes da defesa tiveram o mesmo tempo para replicar aquilo que todos haviam acabado de ouvir, trazendo suas ideias iniciais e argumentos a favor do uso da radioatividade.

A partir da tréplica da acusação já foi possível perceber um clima de competitividade entre os grupos, ficando os argumentos cada vez mais complexos. Em seguida, os jurados entraram em cena fazendo indagações à acusação. Ficava claro que os questionamentos direcionados à promotoria não eram perguntas prontas, os alunos jurados realmente estavam atentos àquilo que era dito. Os advogados de defesa, então, retomaram a palavra rebatendo tudo aquilo que havia sido dito pelos adversários e, em seguida, responderam às perguntas dos jurados, que mais uma vez mostraram-se muito bem preparados.

Um breve intervalo para que os advogados pudessem conversar e reorganizar suas estratégias foi realizado. Enquanto isso, os alunos buscavam na rede mais dados, imagens e outros recursos que pudessem ser utilizados no debate final que estaria por vir. Reaberta a seção, os advogados de ambas as partes fizeram suas considerações finais e a seção entrou em recesso. Nesse momento, os juízes e os jurados se retiraram para deliberarem a respeito de tudo aquilo que haviam ouvido nas seções anteriores. Enquanto isso, os repórteres, cuja tarefa fora analisar o andamento e desenvolvimento da atividade e apresentarem um uma reportagem acerca do júri simulado, iniciaram sua cobertura. Uns realizaram seções de entrevistas com os advogados a fim de descobrir como estavam suas expectativas com relação ao resultado que em breve seria divulgado, outros, mais objetivos, comentaram brevemente como havia se desenrolado a atividade até então.

Após o retorno dos juízes e dos jurados, a seção foi retomada e o veredito foi apresentado, seguido de uma apreciação crítica da participação de todos os envolvidos. Os jurados, em conjunto com os juízes, acreditaram terem sido mais convincentes os argumentos apresentados pelos advogados de defesa. Segundo eles, a promotoria limitou-se a desmentir os dados que haviam sido trazidos pelos defensores e se esqueceram de dar um maior embasamento nas suas próprias linhas de raciocínio. Para finalizar o professor fez suas considerações aos alunos, que retornaram às suas

atividades rotineiras da escola, certos de que haviam dado o melhor de si na tarefa e que haviam construído inúmeras aprendizagens.

Resultados e análises

A coleta de dados de nossa pesquisa se deu a partir de atividades avaliativas dos alunos participantes, tanto na disciplina de Física quanto na de Língua Portuguesa. Nessa última, os dados foram obtidos a partir da produção textual enquanto que na primeira utilizamos gravações das falas dos alunos durante a realização do júri simulado. Deter-nos-emos a uma análise qualitativa interpretativa e crítica dos dados, pois, conforme ressalta Moreira (2003) trata-se de um ponto crucial desse tipo de pesquisa.

Para as nossas análises, utilizamos trechos das falas alunos durante o júri simulado e fragmentos extraídos dos textos dissertativos escritos por eles como preparação para essas falas. Procuramos analisar nesses excertos a capacidade argumentativa dos estudantes, bem como a complexificação deles à medida que iam buscando novos dados para embasá-los. Além disso, discutimos o papel importante da questão sociocientífica e do júri simulado, pois acreditamos serem eles a força motriz de todo o processo. A fim de manter a identidade dos alunos participantes em sigilo, eles serão identificados por números de 01 a 19.

Todos os estudantes se engajaram na preparação de seus argumentos conforme as orientações fornecidas pelo professor nas aulas anteriores à realização do júri simulado. No texto opinativo preparatório foi possível destacar uma série de prós e contras embasados nos conteúdos trabalhados nas aulas dedicadas à pesquisa e explicações. A tabela 2 nos mostra os principais argumentos extraídos das dissertações.

Tabela 2: Compêndio dos argumentos elaborados pelos alunos na dissertação

Argumentos contra	Argumentos a favor
“As usinas nucleares produzem lixo radioativo.” (aluno 03)	“A radioatividade possibilita mais independência energética para os países importadores de petróleo.” (aluno 01)
“O vazamento de radioatividade pode ser fatal” (aluno 12)	“A radioatividade não contribui para o efeito estufa.”(aluno 10)
“A radiação pode causar deformações genéticas graves e, inclusive, câncer.” (aluno 02)	“As usinas nucleares geram muita energia.” (aluno 13)
“É necessário muito dinheiro para descartar corretamente o lixo radioativo produzido pelas usinas nucleares.” (aluno 06)	“Através do uso da energia nuclear, famílias que antes não têm acesso à eletricidade podem ser beneficiadas.” (aluno 09)
“A manutenção de usinas nucleares possui alto custo.”(aluno 16)	“A radiação pode ajudar no tratamento do câncer.” (aluno 08)

É possível observar pelos dados da tabela 2 que os argumentos contra o uso da radioatividade trataram principalmente de seus efeitos biológicos devastadores, do manejo inadequado do lixo produzido por usinas nucleares e do alto custo de se descartar corretamente esse lixo e de manter os padrões de segurança que uma empresa dessa natureza deve possuir. Os trechos abaixo transcritos reforçam essa afirmação e estão em consonância com os argumentos mostrados na tabela 2:

Aluno 03: “..., porém, além de produzirem [as usinas nucleares] uma enorme quantidade de lixo radioativo, necessitam vários litros de água para resfriar o reator.”

Aluno 06: *“A sua utilização [da energia nuclear] continua a deixar cara, sendo sua manutenção de elevado custo.”*

Aluno 13: *“As instalações das usinas nucleares são de uma complexidade elevada, assim como deve ser seu grau de segurança.”*

Aluno 02: *“Outro fator a ser considerado é o lixo gerado pelas usinas nucleares. Os materiais radioativos, como o césio e o plutônio, demoram milhares de anos para diminuir sua atividade radioativa e ainda não há uma forma completamente segura de descartá-los. Isso também vale para os equipamentos utilizados em tratamentos médicos, pois, no Brasil, o último grande desastre que envolveu vazamento de radiação foi causado pelo descarte incorreto desse material.”*

Em contrapartida, as ideias que corroboram o uso dessa forma de energia tangem principalmente seus benefícios nas áreas da medicina, seja nas chapas radiográficas, seja nos tratamentos contra o câncer. Destacamos inclusive que os alunos abordaram questões sociais, nas quais pontuaram a importância do acesso à energia àquelas famílias que vivem em locais mais afastados dos centros urbanos, de modo que a energia produzida por usinas nucleares poderia beneficiar essas pessoas. Abaixo seguem excertos transcritos com argumentos a favor do uso da energia nuclear:

Aluno 14: *“A humanidade se beneficiou muito com a possibilidade de encontrar fraturas no esqueleto, novos tratamentos usados para combater o câncer. [...] Apenas a energia nuclear pode abastecer um país inteiro, sendo possível levar eletricidade para muitos locais onde essa forma de energia ainda não é uma realidade.”*

Aluno 10: *“... é uma ótima opção para a geração de energia elétrica, pois possui um combustível de baixo custo e com alta disponibilidade. A poluição em termos de emissões de gases na atmosfera é pequena e sua operação não depende de fatores climáticos como sol e ventos.”*

Além dos argumentos apresentados a seguir, para os alunos que argumentavam contra a radiação, chamou-nos à atenção o uso da descrição detalhada de alguns desastres já ocorridos em nosso país e fora dele. Os trechos abaixo transcritos atestam isso:

Aluno 02: *“O desastre de Chernobyl, por exemplo, não afetou apenas Pripyat e as pessoas que lá viviam na época. Todos que foram expostos à radiação ou morreram ou desenvolveram queimaduras e cânceres, além de outros sintomas que perduraram por anos. O número de abortos e anomalias genéticas em recém-nascidos aumentou em cerca de 250 % nas áreas contaminadas.”*

Aluno 06: *“Em 1987, em Goiânia, catadores de um ferro-velho encontraram um aparelho utilizado em radioterapia em uma clínica abandonada. Entenderam que se tratava de sucata, desmontaram e repassaram para outras pessoas, o que deixou um rastro de contaminação, afetando a saúde de centenas de vítimas. [...] Acidentes em usinas nucleares podem ser fatais e inevitáveis, como o desastre em Fukushima. Em 2011, três de seis reatores explodiram devido a um terremoto de 9 graus na escala Richter.”*

Cabe destacar aqui que os desastres ocorridos tiveram apenas seus nomes citados durante as

aulas anteriores à escrita desses textos, sem que entrássemos em detalhes sobre suas causas e/ou desenvolvimentos. Toda a informação por eles escritas foram buscadas em fontes como livros e páginas da internet.

Dando prosseguimento à análise dos nossos dados coletados, vamos nos deter agora às principais falas dos alunos no desenvolvimento do júri simulado. Durante a primeira seção de debate do júri simulado, como já mencionado anteriormente, a acusação, formada pelos alunos 02 e 06, iniciou suas considerações. Sua fala foi tão rica em detalhes e dados de acontecimentos desastrosos envolvendo o uso da radiação que impressionou os demais participantes. Era perceptível o empenho dos alunos na composição de seus argumentos.

A transcrição que segue nos mostra a preocupação do aluno 02 em fazer um paralelo entre o combustível nuclear e outros combustíveis utilizados para produção de energia, como a gasolina. Ademais, percebemos a sua tentativa de apresentar dados relativos ao pouco caso que o governo soviético fez do incidente de Chernobyl e das suas inúmeras vítimas.

Aluno 02: “Muita gente compara que a radioatividade tem perigo como qualquer outro tipo de energia. Claro que um depósito com gasolina pode acabar matando muitas pessoas, mas uma explosão desse tipo não terá consequências que vão durar milhares de anos. Nenhum acidente com combustível pode causar um número de vítimas tão grande como um desastre nuclear. Vamos pegar como exemplo o desastre de Chernobyl. Segundo estatísticas do governo, 56 pessoas foram vítimas diretas da radiação, 4000 vieram a ser alvos indiretos e a maioria das pessoas tiveram apenas sintomas psicológicos. Essa informação não convence os profissionais da área. A Agência Internacional para Investigação do Câncer assume que 16 mil das mortes por radiação se devem a Chernobyl. Um estudo realizado pela Academia das Ciências, entidade russa, diz que ocorreram 60 mil mortes na Rússia, 140 mil na Ucrânia e Bielorrússia. A instituição também apurou que 270 mil pessoas sofrem de câncer devido a Chernobyl.”

Observamos que foram procurados dados de agências internacionais e organizações próximas ao local do acidente, de modo a trazer credibilidade aos argumentos apresentados. Tal fato demonstra que uma questão sociocientífica como esta, que envolveu o uso da energia nuclear, possibilita o desenvolvimento de atividades argumentativas no ensino médio, de modo que os alunos consigam associar conteúdos específicos do currículo de Física com a realidade histórica que os cerca e que possam se posicionarem a respeito deles de maneira a não ficarem à margem dos acontecimentos.

Salientamos que juntamente com os argumentos exemplificados pelo fragmento anterior, foi comentado a respeito da produção de lixo radioativo pelas usinas nucleares. Esse argumento foi rebatido pelos alunos 14 e 19, integrantes da defesa. O aluno 14, em sua fala, destacou que as usinas não produzem grande quantidade de lixo e que, além do mais, existem depósitos de construção obrigatória que seguem normas específicas de armazenamento, de modo a tornar todo o processo de geração de energia mais seguro. O aluno 19, por sua vez, optou por rebater as tentativas da acusação de trazer dados referentes à Chernobyl e apela para o argumento do desenvolvimento de tecnologias de segurança. O aluno 19 menciona que:

“... hoje se tem um sistema de segurança muito diferente porque, para a radioatividade vazar do reator de uma usina nuclear, ela precisa ultrapassar seis barreiras de concreto. Essas barreiras não existiam em Chernobyl, por isso teve vazamento.”

Cabe salientar que o aluno 19 também abordou outro acidente envolvendo uma usina nuclear, o de Three Mile Island, ocorrido em 1979.

Aluno 19: *“Para a gente ter uma ideia, 1979, já faz bastante tempo, no acidente mais grave da história dos EUA, de nível cinco na escala internacional de classificação. O núcleo do reator fundiu, mas essas contenções contiveram o vazamento da radiação. Apenas uma pessoa morreu no momento da evacuação que se acidentou de carro.”*

Percebemos a tentativa do grupo de minimizar a preocupação que se tem contra o vazamento de radiação dos reatores das usinas nucleares, devido principalmente aos novos procedimentos de segurança adotados. Além dessa fala, o aluno 14 aponta que haviam ocorrido erros de projeto no momento de construção da usina de Chernobyl e que a principal causa do desastre de 1986 fora falha humana. Com essas declarações, foi possível perceber o quanto os estudantes se dedicaram para tornar o júri simulado uma atividade com alto potencial didático. Em nenhum momento até aqui havíamos comentado algo a respeito do acidente de Three Mile Island. Isso reforça a busca para o embasamento de suas pontuações, de modo a aumentar a complexidade dos argumentos e defender seus pontos de vista.

Embora tivesse sido uma surpresa para os professores a menção do incidente de Three Mile Island, os representantes da acusação estavam preparados e seguiram rebatendo os argumentos da defesa utilizando argumentos que diziam que, embora não tenha sido considerado que tivesse havido um vazamento de radiação, foi detectado um aumento de até três vezes no nível radiação considerado normal nas proximidades da usina e que o número de casos de cânceres de moradores das redondezas havia aumentado.

Vamos agora analisar os principais pontos do debate que foram realizados entre os membros do júri e os advogados de acusação. Assim como nos demonstra o excerto que segue transcrito, era possível verificar que os jurados estavam atentos às informações apresentadas a eles. O aluno 03 foi o primeiro a se manifestar de modo a indagar os promotores, confrontando a quantidade de usinas que apresentaram problemas com a quantidade de usinas que não haviam enfrentado esse tipo de situação.

Aluno 03: *“Mas vocês não concordam que o número de usinas que nunca tiveram nenhum problema é muito superior ao número de usinas que tiveram algum problema? Por exemplo, Angra 1 e Angra 2 nunca tiveram nenhum problema e geraram energia para muitas pessoas daquela região...”*

A acusação concordou com a jurada, porém disseram acreditar que mesmo que o número de usinas nucleares que nunca enfrentaram algum tipo de problema seja alto, os riscos são iminentes e, quando ocorrem, trazem muitos danos. Eles ressaltam a posição moral e ética do governo para com a população. Deixaram a entender que a implantação de usinas nucleares em regiões próximas a áreas habitadas seria antiética e moralmente errada. Aqui novamente fica claro que o uso da radioatividade se enquadra como uma questão sociocientífica, uma vez que essas abordam em seu contexto impasses éticos e sociais.

Ao continuar sua fala, o aluno 02 preferiu fazer uma comparação entre os tipos de usinas geradoras de eletricidade com relação aos danos que elas causam ao meio ambiente. A aluna 06 por sua vez aborda a questão de que o urânio, assim como o petróleo, é um recurso natural não renovável e que, portanto, às nações seria mais prudente investir em outras formas mais seguras de geração de energia. O aluno 02 retoma a fala e comenta a intenção da Alemanha em desativar todas as suas usinas nucleares em um prazo de sete anos como um forte argumento de que o investimento em energia nuclear deve ser revisto.

Aluno 02: *“Para provar que é possível, sim, uma grande potência viver sem energia nuclear, vamos pegar como exemplo a Alemanha. Até 2022, ela faz planos de desligar todas as suas usinas nucleares. Por que ela acha que não vale a pena? Eles consideraram que os riscos são muito grandes e que eles podem reduzir os gastos em energia e investir em outras fontes de forma que compense essa decisão. Uma grande potência possui muito gasto de energia, portanto essa desculpa de que não teremos outros métodos para produzir energia no futuro não é válida.”*

O debate prossegue com a discussão sobre a possibilidade de os materiais radioativos resultantes do Acidente Radiológico de Goiânia, armazenados em contêineres subterrâneos, contaminarem o solo e os lençóis freáticos e sobre as tentativas dos governos em omitirem informações como essa da população. O debate com a acusação termina finalmente com uma comparação entre as usinas hidrelétricas e as nucleares, de modo que discutiram a respeito de desmatamento, alagamento de grandes áreas e não reposição da flora e fauna prejudicadas.

Seguiu-se uma troca de ideias entre os componentes do júri e a defesa. Foram abordados assuntos como a quantidade de energia produzida pelas usinas nucleares quando comparadas às usinas hidrelétricas e eólicas, bem como discutidos os tópicos envolvendo a disponibilidade de recursos para utilização de um tipo de energia ou de outro. Utilizaram como exemplo o Japão, que por falta de outros recursos, tem a intenção de elevar sua matriz energética nuclear para 50% do total do país. O aluno 19 salienta que:

“A usina nuclear não depende dos fatores climáticos. Faça chuva ou faça sol, com vento ou sem, a usina vai estar funcionando. O Brasil tem a sexta maior reserva de urânio do mundo e temos que aproveitar isso.”

A aluna 14, no entanto, preferiu destacar os protocolos de segurança que as usinas nucleares são obrigadas a adotar. Para tanto cita e descreve esses procedimentos a fim de convencer os jurados de que a energia nuclear pode, sim, ser utilizada sem danos às pessoas e o meio ambiente.

Aluno 14: *“A questão de Angra 1, 2 e 3, elas possuem planos de evacuação muito bem organizados em caso de vazamentos, com ajuda, inclusive, dos militares. É uma usina muito bem projetada e segura. Analisem o tempo desde a construção delas. Nunca ocorreu nenhum acidente, nenhum vazamento ou contaminação. Há pouco tempo foi construído um novo depósito de dejetos, o que proporcionou um maior número de empregos para as pessoas da região.”*

Os alunos também discutiram a respeito da emissão de gases estufa na atmosfera por usinas termoelétricas em comparação com a emissão de vapores de água pelas usinas nucleares. Comentaram principalmente a emissão de dióxido de carbono e a poluição do ar de grandes potências como a China. Insistiram, além disso, que, se todos os procedimentos de segurança forem seguidos da maneira correta, não existe motivo por que não utilizar desse tipo de energia.

Após o breve intervalo previsto, a acusação prosseguiu com suas considerações finais, decidindo apelar para a utilização de imagens. Mostraram fotografias de crianças nascidas com deformações dos mais diversos tipos. Havia imagens de pessoas sem mãos e braços, outras com os membros inferiores muito crescidos ou ainda apresentando pessoas com o rosto desfigurado. Eram imagens chocantes e, por esse motivo, a acusação estava confiante de que estavam convencendo de sua posição. Já a defesa optou por trazer gráficos informativos relativos a custos, a emissão de poluentes na atmosfera e a produção energética. Por fim, comentaram sobre investimentos em segurança e sobre a possibilidade muito remota de ocorrerem catástrofes naturais no Brasil e que

pudessem afetar de alguma forma as usinas nucleares, como furacões, abalos sísmicos e tsunamis.

Como vemos, o júri simulado envolveu todos os alunos participantes, de modo que eles pudessem debater a respeito dessa importante questão sociocientífica. Os trechos supracitados demonstraram que essa atividade, que se baseia na interpretação lúdica de papéis como advogados defesa e promotoria, instigou os alunos a buscarem outras fontes de dados de modo a construir argumentos fortemente embasados para convencer o outro de suas posições ideológicas.

Considerações finais

A análise dos resultados possibilitou uma grande e intensa reflexão dos pesquisadores em relação às atividades realizadas com alunos ao longo de toda a execução do trabalho. Foi possível perceber que a utilização de uma questão geradora de caráter sociocientífico, que instiga o pensamento social e ético por parte dos alunos, foi de grande importância para que todos os alunos se dedicassem à realização das tarefas de pesquisa e da busca por materiais a serem utilizados como embasamento teórico de seus argumentos. Os argumentos apresentados por advogados de defesa, de acusação e jurados foram ficando cada vez mais complexos à medida que cada encontro foi ocorrendo. Se compararmos os argumentos apresentados nos textos dissertativos com aqueles que foram abordados durante o júri simulado, observamos que muito mais dados estavam contidos nesses últimos. Fica claro, portanto, o papel importante que a atividade *role-play* utilizada no nosso trabalho possui em instigar os alunos a pesquisarem cada vez mais, de modo a desenvolverem suas capacidades argumentativas que muito será utilizada em suas vidas escolares e profissionais.

Destacamos que o método utilizado poderia ser aplicado também em estudantes de outro nível escolar e com outras temáticas diversas concernentes ao currículo de disciplinas científicas e que outros itens de interesse educacional poderiam ser pesquisados, como a questão de interdisciplinaridade, abordada sutilmente nesse artigo.

Referências

- ALBUQUERQUE, F. M. A. S.; FARIAS, C. R. O; ARAÚJO, M. L. F.. O uso educativo do júri simulado no ensino médio: estratégias para o estudo de uma temática socioambiental controversa. XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife, 09 a 13 de dezembro
- ANASTASIOU, Léa das Graças Camargos; ALVES, Leonir Pessate. Estratégias de ensinagem. **Processos de ensinagem na universidade. Pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**, v. 3, p. 67-100, 2004.
- BELOVA, Nadja; EILKS, Ingo; FEIERABEND, Timo. The evaluation of role-playing in the context of teaching climate change. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 13, n. 1, p. 165-190, 2013.
- BERNARDO, JRR. The pre-service physics teacher and the challenge of the socio-scientific issues-based approach. In: **E-Book from THE EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION CONFERENCE-ESERA**. 2012. p. 954-960.
- BOAS, Benigna Maria de Freitas Villas. **Portfólio, avaliação e trabalho pedagógico**. Papyrus Editora, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. Processo nº. CEB 15/98. **Câmara de Educação Brasileira**. Brasília, DF, 01 jun. 1998.

- CUENCA, María Josep. Mecanismos lingüísticos y discursivos de la argumentación. **Comunicación, lenguaje y educación**, v. 7, n. 2, p. 23-40, 1995.
- DE ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro. **Discursos da ciência e da escola: ideologia e leituras possíveis**. Mercado de Letras, 2004.
- DE MORAIS CAPPECHI, Maria Cândida. ARGUMENTAÇÃO NUMA AULA DE FÍSICA. **Ensino de Ciências-unindo a pesquisa e a prática**, p. 59, 2004.
- DRIVER, Rosalind et al. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.
- DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J.; Science Education 2000, 84, 287.
- ERDURAN, Sibel; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María Pilar. Argumentation in science education. **Perspectives from classroom-Based Research. Dordrecht: Springer**, 2008.
- FELTON, Mark K. The development of discourse strategies in adolescent argumentation. **Cognitive Development**, v. 19, n. 1, p. 35-52, 2004.
- KATO, D. S. **O significado pedagógico da contextualização para o ensino de ciências: análise dos documentos curriculares oficiais e de professores. 2007. 119f.** Tese de Doutorado. Dissertação (mestrado–Programa de pós–graduação em Educação, área de concentração: Ensino de Ciências e Matemática)–Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- KELLY, Gregory J. Discourse in science classrooms. **Handbook of research on science education**, p. 443-469, 2007.
- KOLSTOE, Stein Dankert. Consensus projects: Teaching science for citizenship. **International Journal of Science Education**, v. 22, n. 6, p. 645-664, 2000.
- KORTLAND, K.; Science Education 1996, 80, 673.
- MALONEY, Jane; SIMON, Shirley. Mapping children’s discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 15, p. 1817-1841, 2006.
- MCSHARRY, Gabrielle; JONES, Sam. Role-play in science teaching and learning. **School Science Review**, v. 82, n. 298, p. 73-82, 2000.
- MOREIRA, Marco Antonio. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. **Actas del PIDE: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, p. 101-136, 2003.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. UFMG, 2000.
- NAYLOR, S.; KEOGH, B.; DOWNING, B. Argumentation and primary science. **Research in Science Education**, v. 37, n. 1, p. 17-39, 2007.
- PÉREZ, Leonardo Fabio Martínez; DE CARVALHO, Washington Luiz Pacheco. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 38, n. 3, p. 727-741, 2012.
- PLANTIN, Christian. L'argumentation-Histoire, théories, perspectives. 2005.

PETIT, Angela; SOTO, Edna. Already experts: showing students how much they know about writing and reading arguments. **Journal of Adolescent & Adult Literacy**, p. 674-682, 2002.

RATCLIFFE, Mary; GRACE, Marcus. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. McGraw-Hill Education (UK), 2003.

REIS, Pedro. Os temas controversos na educação ambiental. 2007.

SADLER, Troy D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. **Journal of research in science teaching**, v. 41, n. 5, p. 513-536, 2004.

SANMARTÍ, N.; **Aprender ciències tot aprenent a escriure ciència, Centre de Recursos Pedagògics de la Ciutat de Barcelona**: Barcelona, 2003.

SILVA, Luciano Fernandes; DE CARVALHO, Luiz Marcelo. A temática ambiental e o processo educativo: o ensino de física a partir de temas controversos. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, 2007.

SOUSA, Rogério Gonçalves de; ALENCAR, José Ricardo da Silva. Avaliando uma Proposta de Ensino Através de Temas Sociais e Práticas CTS: o motor à combustão. **Florianópolis/SC: VI ENPEC**, 2007.

THE BATTLE OF CHERNOBYL. Documentary, directed by Thomas Johnson. Italy: Play Film, 2006.

VIEIRA, R. D. **Discurso em salas de aula de ciências: Uma estrutura de análise baseada na teoria da atividade, sociolinguística e linguística textual. Orientadora: Sylvania Sousa do Nascimento. 2011. 139 f.** 2011. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação)-Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, 2011.

VIEIRA, Rodrigo Drumond; KELLY, Gregory J.; NASCIMENTO, Sylvania Sousa do. An activity theory-based analytic framework for the study of discourse in science classrooms. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 13, 2012.

WARTHA, Edson José; SILVA, EL da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.