

Radioatividade em aulas de química: uma abordagem CTS.

Rafael de Oliveira Costa*^{1,2} (FM), Isis Leal Melo¹ (FM), Valéria de Souza Marcelino² (PQ).

*rcostaiff@gmail.com

¹Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF

²Instituto Federal Fluminense Campus - IFF

Palavras-Chave: CTS, Radioatividade, ATD

Resumo: O movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade surgiu como forma da população reivindicar o direito de participar de decisões públicas no que se refere ao desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações. Em vista disto, busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios como também as consequências sociais e ambientais que poderá causar. Este trabalho visa utilizar a radioatividade como tema para aulas de química no ensino médio, de forma a melhorar o entendimento sobre as transformações científicas e tecnológicas, os benefícios e malefícios que seu uso poderá acarretar. Para a verificação da validade desta estratégia utilizou-se da metodologia de pesquisa qualitativa em educação. A análise dos dados foi realizada a partir do método de análise textual discursiva (ATD). Verificando que este tipo de abordagem, na prática, tem validade na formação do aluno como cidadão atuante na sociedade, visto que desencadeou discussões pertinentes e a participação dos alunos.

Introdução: Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

A sociedade se encontra em um momento de constantes avanços científicos e tecnológicos no qual criam-se novas demandas e novos hábitos de consumo. Com isso há uma crescente necessidade por conhecimentos científicos e tecnológicos para tomadas de decisão.

Neste sentido, dentre as linhas de pesquisas presentes atualmente na área de Ensino de Ciências, o movimento Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS) vem se destacando como forma da população reivindicar o direito de participar das decisões públicas que se refere ao desenvolvimento científico-tecnológico e suas implicações sociais (ROEHRIG e CAMARGO, 2013).

Desde que este movimento teve início, o campo de pesquisa que mais se destacou foi o educacional, percebendo-se a necessidade de renovação da estrutura curricular dos conteúdos a partir da perspectiva da ciência e tecnologia em novas concepções vinculadas ao contexto social (PINHEIRO et al., 2007). Essa ideia vem sendo difundida por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais que tem como um dos objetivos a formação do cidadão de maneira a desenvolver habilidades, competências e valores.

Mesmo com a evolução dos estudos em Filosofia, Sociologia da Ciência e a divulgação pelos meios de comunicação que disseminaram os pontos preocupantes do desenvolvimento científico e tecnológico como, o cidadão ainda tem dificuldades para entender o que se quer dizer com tais informações, as implicações e quais problemas podem acarretar.

Segundo Santos e Mortimer (2002) alfabetizar, portanto, os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade. Não se trata de mostrar as maravilhas da ciência, como a mídia já o faz, mas de disponibilizar as representações que permitam ao cidadão agir, tomar decisões e compreender o que está em jogo no discurso dos especialistas.

Desta maneira, o enfoque CTS na educação traz a possibilidade de os alunos questionarem, argumentarem, tomarem decisões a respeito do desenvolvimento científico e tecnológico e suas implicações sociais. Além disto, destaca ainda a importância de contextualizar e trabalhar com temas sociais em sala de aula que faz

parte da vivência do aluno (AIKENHEAR, 2005). O professor que utiliza essa abordagem ajuda na formação do cidadão capaz de atuar na sociedade acerca das discussões atuais. Assim, como destaca Vieira e Bazzo (2007) os principais objetivos da educação em CTS são:

Propiciar a formação de cidadãos com capacidade para expressar opiniões e tomar decisões bem fundamentadas; motivar os estudantes para a busca de informações relevantes e importantes com a perspectiva de que possam analisá-las e avaliá-las, refletir sobre as informações, definir os valores implicados nelas e tomar decisões a respeito (VIEIRA e BAZZO, 2007).

Além disso, pode-se incluir nos objetivos, preparar os alunos para a compreensão dos problemas, tornando-os capazes de agir, interagir e posicionar-se de forma esclarecida (VIEIRA e BAZZO, 2007).

Desde que teve sua origem, o enfoque CTS, tem sido proposto principalmente para o Ensino Médio. Com isso, as pesquisas apontam que o enfoque CTS pode ser classificado das seguintes formas: a ciência vista através de CTS; CTS puro; e introdução de temas CTS nas disciplinas de ciências (enxerto CTS) (PINHEIRO et al., 2007).

Neste trabalho, foi utilizado o enxerto CTS que consiste em introduzir nas disciplinas de Ciências temas CTS, abrindo discussões que levem os alunos a serem conscientes das implicações científicas e tecnológicas. Deste modo, o assunto de radioatividade como tema social não irá, necessariamente, interferir no programa de ensino.

A inserção de temas sociais nas aulas tem o potencial de estimular o aluno a se sentir parte da sociedade, a se interessar pelos seus problemas e participar das discussões que integrem ciência, tecnologia e sociedade. Consequentemente irá contribuir para a formação cidadã e a aprendizagem de diferentes disciplinas do currículo (VIEIRA e BAZZO, 2007).

Além disto, como afirma Aikenhear (2005), grande parte dos estudantes do Ensino Médio, responde bem aos cursos de ciência que promovam os valores humanos, a prática no cotidiano. Sendo assim, uma educação centrada nos alunos como futuros cidadãos capazes de interagir em um mundo cada vez mais afetado pela Ciência e Tecnologia.

Esta perspectiva, vai ao encontro com a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 2000) como forma de Educação Tecnológica, a qual não visa somente a confecção de artefatos mas também a compreensão da origem e uso que se faz desses artefatos e mentefatos na sociedade atual (PINHEIRO et al., 2007).

É importante destacar que o enfoque CTS na educação, principalmente no Ensino Médio, visa à alfabetização científica e tecnológica do cidadão auxiliando na construção do conhecimento, habilidades e valores necessários para se tomar decisões a respeito da ciência e da tecnologia na sociedade (AIKENHEAR, 2005).

Consequentemente, o docente e o aluno passam a descobrir, pesquisar e construir conhecimentos juntos, assim a ciência deixar de ser algo inatingível e neutra. Na prática pedagógica, isso rompe com a concepção tradicional que ainda predomina nas escolas e promove uma nova forma de entender a construção do saber superando a mera repetição de leis dos fenômenos, possibilitando a reflexão sobre o uso político e social desse saber (PINHEIRO et al., 2007).

Com base nisto, este trabalho tem como objetivo utilizar a *radioatividade* como tema para aulas de química no Ensino Médio em uma abordagem no enfoque CTS, de forma a propiciar um melhor entendimento sobre as transformações científicas e

tecnológicas, os benefícios e as consequências para a sociedade e meio ambiente que seu uso poderá trazer.

Sendo assim, a compreensão da estrutura da matéria foi de fundamental importância para os conhecimentos que se tem atualmente sobre a radioatividade, pois entendendo-se os átomos é possível identificar-se como eles interagem e constituem substâncias que, por sua vez, interatuam formando materiais, além dos núcleos atômicos liberarem grande quantidade de energia nas transformações nucleares. Todo esse conhecimento possibilitou o desenvolvimento de diversas tecnologias que facilitaram a vida de toda a sociedade, como por exemplo, o uso de radiofármacos em terapias (CORDEIRO e PEDUZZI, 2010).

Além disso, foi com os estudos da radioatividade que originou-se uma nova área de conhecimento, a Física Moderna e Contemporânea, por meio da qual se trilhou o caminho para a Física Nuclear e de Partículas. Desta forma, a partir dos conhecimentos desta nova Física foi possível compreender as lacunas que antes não eram explicadas pela Física Clássica, no que se refere à estrutura da matéria, isto trouxe muitos avanços também para a Química.

Embora os avanços alcançados, o uso da radioatividade torna-se controverso, devido aos problemas acarretados, como os acidentes nucleares e o armazenamento dos resíduos gerado.

Metodologia

A aula realizada sobre radioatividade em um enfoque CTS, foi realizada no Segundo ano do Ensino Médio do Instituto Federal Fluminense, Câmpus Campos-Centro, em uma turma composta por trinta alunos.

A escolha da turma foi definida em virtude do conteúdo programático para o Ensino Médio, ou seja, o tema radioatividade de acordo com o currículo mínimo é abordado neste período.

A turma era composta por aproximadamente trinta alunos, com a mesma faixa etária, dispostos em uma sala de aula de área pequena, restringindo a movimentação e com recursos áudio visuais limitados.

A elaboração da aula foi feita com base nos dados do questionário pré-teste a fim de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos e após a aula foi passado o questionário pós-teste, no qual se pode avaliar os novos conhecimentos adquiridos, acerca do tema abordado, e a opinião dos alunos sobre o uso da energia nuclear na sociedade.

Sendo assim, a aula foi elaborada pautada nas com as respostas do questionário, a fim de resgatar os conhecimentos prévios dos alunos, para serem enfatizados durante a aula. Além disso, utilizou-se os livros didáticos *Química & Sociedade* e *Química Cidadã* do projeto PEQUIS, dos autores Wildson Santos e Gerson Mól, vídeos e reportagens retirados da web.

Desta forma, a aula teve como objetivos: demonstrar como o fenômeno da radioatividade está presente no cotidiano; entender como ocorreu a descoberta desse fenômeno; compreender os conceitos e as propriedades da radioatividade e discutir o desenvolvimento científico-tecnológico da radioatividade e sua influência na sociedade.

Neste sentido, a aula teve início com uma conversa introdutória sobre o assunto, de modo a buscar entender como o fenômeno da radioatividade está presente no dia a dia. Em um segundo momento, foi feita uma apresentação de *slides* de forma a mostrar o processo histórico da descoberta da radioatividade, os conceitos científicos necessários para entender melhor o assunto e a utilização de exemplos do cotidiano do aluno, a fim de promover uma aula dialogada.

Posteriormente foi realizada a exibição de dois vídeos, o primeiro mostrava como está a cidade de Fukushima atualmente e o outro faz parte do episódio da série “mundos invisíveis” que fala da grande quantidade de energia existente no interior da matéria e como o mundo obteve seu conhecimento.

O objetivo do primeiro vídeo era que os alunos observassem como uma cidade ficou devastada e inabitada na ocorrência do acidente nuclear na usina de Fukushima, como a população se comporta diante de uma situação como esta.

O segundo vídeo ressaltou toda a explicação dada durante a explanação do conteúdo, tanto os fatos históricos, como, também, os conhecimentos químicos, além de explicações de pesquisas atuais nesse novo ramo da química (Química Nuclear).

Durante todo o momento da aula os alunos se mostraram participativos fazendo perguntas e demonstrando curiosidade pelo assunto abordado.

Consequentemente, para que o aluno aprenda é necessário que esteja motivado a aprender, se não houver motivação não há uma aprendizagem eficaz. A motivação não é responsabilidade somente do aluno, mas, também, resultado da educação que recebe e como é ensinado (CRESPO e POZO, 2009).

Pesquisa qualitativa em educação

A pesquisa qualitativa vem sendo cada vez mais difundida por pesquisadores da área de educação, em especial educação em ciências. Como afirmam Bauer e Gaskell (2010, p. 18) este tipo de pesquisa é baseado em observações de acontecimentos sociais, necessitando de muitos métodos e dados para um maior rigor no seu desenvolvimento, o que os autores chamam de pluralismo metodológico.

Neste trabalho utilizou-se de dois métodos para coletas de dados: observação e questionário. Desta maneira, para que a observação seja um instrumento válido e fidedigno de investigação científica, torna-se necessário, antes de tudo, ser controlada e sistemática. Isto implica a exigência de um planejamento e preparação rigorosos do observador (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 123).

Outro método aliado à observação foi o questionário, que é a forma mais utilizada para coleta a dados, pois possibilita analisar com maior exatidão o que se deseja. Neste sentido, o questionário, deve ter a natureza impessoal para uma análise uniforme de uma situação.

Esta pesquisa de caráter qualitativo utilizou-se da Análise Textual Discursiva (ATD), como metodologia de análise dos dados coletados por meio dos questionários aplicados antes e após a aula, mais especificamente as questões abertas destes questionários.

A ATD constitui uma metodologia adequada para este tipo de pesquisa e pode partir de textos já existentes ou produzidos especificamente para a pesquisa, como foi o caso deste trabalho. Estes textos para serem analisados constituem o chamado *corpus*. Ela não tem a pretensão de comprovar hipótese, mas sim de aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa das informações (MORAES, 2003b).

A ATD possui a proposta de “descrever e interpretar alguns sentidos da leitura de um conjunto de texto pode suscitar” (MORAES, 2003b, p. 192). De maneira que, toda leitura em si, já é uma interpretação e impregnado de teoria, implícita ou explícita, não existindo uma leitura única e objetiva. Sendo assim, diversos sentidos podem emergir em um mesmo texto.

Esta abordagem de análise estrutura-se em três etapas constituindo um processo cíclico. Primeiramente parte da desmontagem dos textos, de acordo com Moraes (2003b, p. 191), processo também denominado de unitarização em que o

material é examinado em detalhes, fragmentado-o em unidades constituintes denominadas de unidades de significado ou sentido

Em um segundo momento, tem-se a etapa de estabelecimento de relações. Consiste na comparação das unidades anteriormente definidas, levando ao agrupamento de elementos semelhantes, surgindo, assim, as categorias (MORAES e GALIAZZI, 2007).

O conjunto de categorias irá compor os elementos de organização para elaboração do metatexto que a análise pretende escrever. Sendo a partir das categorias que serão produzidas as descrições e interpretações para expressar as novas compreensões da análise em questão (MORAES, 2003b).

Por último tem-se a etapa da produção de metatextos. A partir das categorias desenvolve-se um texto descritivo e interpretativo possibilitado pelo intenso envolvimento do pesquisador com as etapas anteriores, estes metatextos constituem o resultado da análise.

Diante disto, a construção do metatexto ocorre a partir das categorias uma vez estabelecidas pontes entre elas, investigam-se as sequências em que poderiam ser organizadas, expressando-se com maior clareza as novas compreensões atingidas.

Para a validação do metatexto, são necessárias descrições densas com citações dos textos analisados para dar ao leitor uma imagem mais fiel do fenômeno que investiga (MORAES, 2003b).

Resultados: Verificação da aula no enfoque CTS

As análises das respostas dos questionários pré e pós-teste foram feitas com base na metodologia Análise Textual Discursiva (ATD), duas categorias emergiram desta análise, culminando com a produção de dois metatextos abaixo apresentados.

O que os alunos já sabiam sobre radioatividade: A partir dos resultados do questionário pré-teste pode-se observar que, todos os alunos têm o conhecimento do símbolo da figura trifólio e já observaram sua presença, principalmente em hospitais. Além disso, demonstraram que por meio deste símbolo há indicação de áreas com presença de radiação.

Isto é de suma importância, pois foi a falta de conhecimento deste que veio a ocasionar o acidente com a cápsula contendo césio-137 em Goiânia. Na busca por ferro velho para vender, dois catadores encontraram um bloco metálico em um prédio abandonado de um antigo hospital. Sem saber do que se tratava romperam esse bloco, o qual continha a fonte radioativa, ocasionando a contaminação (SANTOS e MÓL, 2010).

Além da radiação emitida naturalmente em alguns lugares, esse nível é aumentado devido ao uso de equipamentos que produzem radiação, como aparelhos de raios X, fornos microondas, entre outros. Nestes locais é obrigatório o uso da figura trifólio para alertar as pessoas que o nível de radiação está em maior intensidade. A Agência Internacional de Energia Atômica recomenda o uso do símbolo ao lado de aparelhos que tenham fontes de radiação classificadas como perigosas e capazes de causar morte e danos graves (SANTOS e MÓL, 2010).

Torna-se mister que toda a sociedade tenha conhecimento do símbolo e o objetivo de seu uso em determinados locais. Isto se dá por meio de discussões que começam em sala de aula, que é o propósito da alfabetização científica (AC). A AC, de maneira geral, é um movimento que considera a necessidade de todos possuírem um mínimo de conhecimento científico para exercerem seus direitos como cidadãos (MILARÉ et al., 2009).

Isto vai ao encontro dos objetivos de um currículo com enfoque CTS, tratando das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico, solução de problemas e tomada de decisão sobre temas sociais (SANTOS, 2007a.).

Através das respostas da questão, como o fenômeno da radioatividade é produzido, pode-se perceber que os alunos sabiam o que era radioatividade, mas não possuíam o conhecimento científico, apenas o saber popular. Neste sentido, alguns acreditavam que o fenômeno era produzido por elementos químicos como o urânio que liberava algum tipo de radiação e que seu mau uso poderia trazer danos para a população. Outros afirmavam ser a partir de reações químicas entre determinadas substâncias e também aqueles que desconheciam sobre o assunto.

Entende-se a importância deste conhecimento popular, ou conhecimento do cotidiano dos alunos, pois, como explica Moraes (2003a), o ensino desejado deve se pautar em uma postura epistemológica construtivista, que se apoia no fato do conhecimento se originar na interação do sujeito com os fatos de sua realidade ou desta com o sujeito, seja ela a realidade física, social ou cultural, isto é, o ensino para ser construtivista deve partir de temas do cotidiano do aluno.

Por outro lado, sabe-se que aulas de Química com exemplos do cotidiano são diferentes de aulas contextualizadas com um enfoque CTS. A contextualização aborda o ensino de Química no seu contexto social com relação às implicações econômicas, éticas, culturais e políticas. Quanto ao uso do cotidiano, este trata dos conceitos científicos relacionados aos fenômenos da vida diária, não tendo necessariamente que abordar as inter-relações existentes no contexto social (SANTOS e MORTIMER, 1999).

Portanto, é a contextualização dos conceitos científicos que torna a aprendizagem mais efetiva e ainda prioriza a formação para a cidadania, conforme estabelece a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, reformulada para atender a demanda da nova sociedade, e expressa no documento Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2002).

Outra questão a ser citada, é se possuíam o conhecimento de algum tipo de radiação. Vários tipos foram citados pelos alunos desde as mais conhecidas como a solar, raio X, ondas eletromagnéticas, como as mais específicas emitidas pelos núcleos dos átomos.

Outro item levantado na discussão foi onde é usada a radioatividade. Mais uma vez o conhecimento do cotidiano estava presente, a maioria dos alunos citou que a mesma é utilizada nas usinas nucleares, nas bombas atômicas e em aparelhos para diagnóstico clínico (exames).

Os isótopos radioativos podem ser aplicados nos mais diversos setores da sociedade, como por exemplo, datação fóssil, indústria, medicina, agricultura e principalmente para geração de energia elétrica.

A descoberta da radioatividade juntamente com outras descobertas científicas, levou a um grande desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade (SANTOS e MÓL, 2010).

A falta de conhecimento dos riscos que a radioatividade oferece foi relatada por apenas quatro alunos. Sobre isto, sabe-se que o desenvolvimento tecnológico relacionado com a radioatividade trouxe muitos benefícios para a sociedade, mas com eles, também, os riscos dos acidentes nucleares que começaram a ocorrer pelo mundo, inclusive o Brasil (MERÇON e QUADRAT, 2004).

Além disso, há outra preocupação que é o lixo nuclear, por ser altamente perigoso para a sociedade e o meio ambiente e que não pode ser descartado no lixo comum, necessita de cuidados especiais e locais de armazenamento adequado, o que constitui um desafio para as agências de inspeção.

Grande parte dos alunos lembrou-se do acidente ocorrido no Japão em março de 2011, o atentado com o lançamento das bombas atômicas e o de Chernobyl, fatos estes que marcaram a história da humanidade.

Além destes, o acidente ocorrido em março de 2011 na usina nuclear da cidade japonesa de Fukushima. Este episódio fez reacender no mundo um antigo debate sobre os rumos da energia nuclear, principalmente no Japão, onde a população foi para as ruas manifestando contra o uso deste tipo de energia.

Apesar das vantagens, do uso da energia nuclear, há desvantagem do alto custo para a construção, os riscos de acidentes e os rejeitos radioativos. Na década de 1980 ocorreram os primeiros acidentes nucleares, nos quais a segurança nessas usinas começou a ser questionada. Ainda, com a diminuição dos riscos nucleares, esse tema passou a ocupar um espaço cada vez menor na mídia e, como consequência, nas discussões cotidianas.

Visto que nas questões preliminares, o assunto radioatividade não é totalmente desconhecido por parte dos alunos, mas precisa ser mais bem trabalhada nas escolas para que mitos sejam desfeitos. Com a aula, todas as questões do questionário pré-teste foram discutidas e posteriormente abordadas em um novo questionário (pós-teste).

O posicionamento dos alunos sobre a radioatividade seus usos, benefícios e prejuízo para a sociedade: Uma questão levantada durante as discussões, na aula, foi a responsabilidade quanto ao uso da radioatividade. Surpreendentemente, somente três alunos acreditaram ser da sociedade, o restante afirmou ser de políticos, empresários e cientistas.

Isto demonstra que não estão acostumados com um tipo de aula com estratégia diferenciada que os põe diante de situações as quais precisam de tomada de decisão, não estando de acordo com a proposta dos documentos que falam das pretensões para o Ensino Médio.

Nos PCNEM (BRASIL, 2002) propõe-se que o novo Ensino Médio não será simplesmente para preparar os alunos para a formação profissional, mas sim para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente.

Neste sentido fica claro que a proposta do PCNEM é a formação do indivíduo para o exercício da cidadania, capaz de tomar decisões e posicionamento diante das questões que são levantadas no cotidiano.

Com base nisto, em posse de conhecimento teórico e dos novos conceitos, espera-se que a responsabilidade sobre o posicionamento quanto ao uso da radioatividade seja da sociedade como um todo (SANTOS e MÓL, 2008).

Importante ressaltar que os educandos acreditam que os desenvolvimentos científicos e tecnológicos não trazem somente benefícios, mas, através de suas respostas, fica claro que não souberam definir exatamente uma justificativa para esse fato.

Com avanço científico e tecnológico veio, também, o mito do cientificismo que ajudou a consolidar a submissão da ciência aos interesses do mercado, da busca pelo lucro. Isto tem influenciado cada vez mais o modo de vida e o comportamento das pessoas que passaram a ser a lógica da razão científica (SANTOS, 2007a).

O uso benéfico da radioatividade na sociedade é variado e o uso de tal tecnologia em alguns casos vital. Além da geração de energia, outras utilidades estão inseridas no cotidiano como, na Medicina, com os tratamentos de quimioterapia e radioterapia, na indústria alimentícia, na agricultura, entre outros setores. Porém, os benefícios que a radioatividade traz não superam os riscos. Os estudos desse ramo da

ciência ainda são escassos sendo necessárias mais pesquisas para que seja usada com maior segurança (SANTOS e MÓL, 2010).

Com base nas respostas dadas pelos alunos, pode-se perceber que os benefícios listados foram na Medicina, geração de energia elétrica e na agricultura, mas todos esses aspectos positivos não superam os riscos. Houve alunos que disseram a radioatividade não traz benefício algum.

Quanto aos principais problemas que o uso da radioatividade traz, as opiniões ficaram divididas entre acidentes, lixo nuclear e uso destas tecnologias por países instáveis. Todos os problemas listados (lixo nuclear, acidentes, uso por países instáveis, problemas ambientais em ecossistemas próximos a usinas) constituem desvantagens quanto ao uso da radioatividade (SANTOS e MÓL, 2008).

O lixo nuclear ou rejeitos radioativos necessitam de cuidados especiais para evitar danos ao meio ambiente. Quando não tratados e armazenados adequadamente, podem contaminar outros materiais que também se tornam lixo. O grande desafio que as autoridades enfrentam é a dificuldade de encontrar locais que sejam suficientemente seguros para a armazenagem (SANTOS e MÓL, 2010).

A partir do século XX os acidentes nucleares se tornaram uma ameaça para a sociedade, pois estes trazem graves consequências como a contaminação de pessoas, cidades e tudo o que estiver ao redor (MERÇON e QUADRAT, 2004).

Além disso, mais recentemente, no noticiário outra ameaça foi levantada: o uso da radioatividade por países instáveis como Coréia do Norte e Irã, que a utilizam para testes com armamentos nucleares.

Para finalizar as discussões desse assunto outra questão foi posta em debate: se seria necessária a construção de mais usinas nucleares no Brasil. Esta proposta faz parte de uma das metas do Programa Nuclear Brasileiro que prevê o término da construção de Angra 3 até 2014 e a construção de mais quatro usinas até 2030 (PROGRAMA, 2010, s.p.).

A pretensão do governo tem sido alvo de muitas discussões entre especialistas e ambientalistas. Foi posto o posicionamento de cada um e os alunos expuseram o que pensavam a respeito deste debate.

Obtiveram-se duas subcategorias de respostas: uma na qual os alunos acreditam ser desnecessária a construção de mais usinas e que para solucionar o problema de demanda energética dever-se-ia levar em consideração as formas alternativas de energia. A outra subcategoria refere-se aos alunos que afirmam ter-se que levar em conta os dois lados da questão, tanto os aspectos propostos por ambientalistas como pelos especialistas e empresários.

Importante ressaltar que aulas com o enfoque CTS tem a pretensão de promover discussões em que os alunos possam expressar sua opinião de maneira fundamentada. Podem-se observar diante das respostas dos questionários que houve uma evolução nos estudos, como por exemplo, nas questões que falam dos riscos e dos benefícios da radioatividade. No segundo questionário os alunos deram respostas respaldadas com argumentos.

A polêmica está posta e longe de se chegar a um consenso final. Várias questões ainda precisam ser analisadas e estudadas em profundidade, sendo justamente este o papel das aulas com um enfoque CTS: tratar dos assuntos levando em consideração desde os aspectos referentes à ciência e à tecnologia, como políticos, éticos e as implicações sociais.

Conclusão

Como pode ser visto, no presente trabalho, à medida que ocorrem os avanços científicos e tecnológicos, a sociedade também sofre modificações. Consequentemente, estes avanços influenciam as escolas, exigindo novas formas de trabalho e metodologia.

Em virtude disto, foi dada uma aula com o tema radioatividade de acordo com os pressupostos CTS, para a verificação da validade do uso deste tipo de estratégia. Na aula foram abordadas questões sobre os avanços científicos e tecnológicos, além dos benefícios e malefícios que o uso da radioatividade pode desencadear. Para isto, foi necessário abordar as questões conceituais e promover a discussão entre os alunos a partir dos diferentes pontos de vistas.

A partir dos dados coletados, pode-se verificar, na prática, que o uso do enfoque CTS nas aulas de Ciências/Química tem validade. Percebe-se que, ao longo da aula há uma modificação na forma como os alunos pensam a respeito do assunto abordado.

Ao comparar as respostas do questionário pré-teste, que teve como objetivo verificar os conhecimentos prévios, com o questionário pós-teste, que analisou os novos conhecimentos adquiridos, notou-se a evolução dos estudos. Importante ressaltar que a aula promoveu discussões e questionamentos por parte dos alunos, fugindo assim do caráter tradicional das aulas de Química, e indo ao encontro da abordagem adotada e do que se recomenda os documentos oficiais acerca da formação para cidadania.

Portanto, é necessária a utilização deste tipo de estratégia com os conteúdos do currículo para a divulgação e popularização da Ciência e, assim, ter-se uma maior participação da população em discussões que provocam mudanças nos rumos de uma sociedade.

Referências Bibliográficas

AIKENHEAD, Glen S. Research into STS science education. *Educación Química*, v. 16, p. 384-397, 2005.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, DF: MEC/SMPT, 2000.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2002.

CORDEIRO, Marinês Domingues; PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. As Conferências Nobel de Marie e Pierre Curie: a gênese da radioatividade no ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 27, n. 3, p. 473-514, dez. 2010.

CRESPO, Miguel Ángel Gómez; POZO, Juan Ignacio. *A aprendizagem e o ensino de ciências – do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Atimed, 2009, 296p.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D.A. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. 5. ed. São Paulo: EPU, 1986. 123p.

MERÇON, Fábio; QUADRAT, Samantha Viz. A Radioatividade e a História do Tempo Presente. *Química Nova na Escola*, v. 1, n. 19, p. 27-30, maio 2004.

MILARÉ, Tathiane; RICHETTI, Graziela Piccoli; ALVES FILHO, José de Pinho. Alfabetização Científica no Ensino de Química: uma análise dos temas da Seção Química e Sociedade da Revista Química Nova na Escola. *Química Nova na Escola*, v.31, n. 3, p. 165-171, ago. 2009.

MORAES, Roque. É possível ser construtivista no ensino de ciências?. In: _____ (Org.). *Construtivismo e ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUC, 2003a. 230p.

_____. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciências & Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003b.

_____; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise Textual Discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciências & Educação*, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2007.

MOREIRA, M. A. Pesquisa em educação em ciências: métodos qualitativos. *Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, s. d.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Atonio. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. *Universidade Tecnológica Federal do Paraná*, 2005.

ROEHRIG, Silmara Alessi Guebur; CAMARGO, Sérgio. Educação com enfoque CTS em documentos curriculares regionais: o caso das diretrizes curriculares de física do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 6, n. 2, p. 117-131, 2013.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciências e Ensino*, v. 1, número especial, nov. 2007.

_____. *Química Cidadã*. v. 3. São Paulo: Nova Geração, 2010. 443p.

_____; MÓL, Gerson de Souza (Orgs.). *Química e Sociedade*. v. único. São Paulo: Nova Geração, 2008. 742p.

_____; MORTIMER, Eduardo Fleury. A dimensão social do ensino de química – um estudo exploratório da visão de professores. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 1999, Valinhos, SP. *Atas...* São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999, p. 1-9.