

Abordagem do tema controverso Radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso

Proposed Approach to Radioactivity/ Nuclear Energy in the
classroom of high school

Fernanda Leite da Silva, Paula Rocha Pessanha, Roseantony Bouhid
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRJ), Instituto de
Educação Carmela Dutra (IECD- SEEDUC)

fleite@ird.gov.br , paularodrigues@ibest.com.br, rosebouhid@gmail.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicabilidade da abordagem CTS para o desenvolvimento de um tema controverso dentro da lógica da complexidade. Buscou-se investigar as percepções de alunos do primeiro ano do Ensino Médio da rede pública do município do Rio de Janeiro-RJ sobre o tema radioatividade trabalhado através de abordagem CTS. Estabeleceu-se relações entre os conhecimentos construídos pelos alunos durante as aulas e a lógica da complexidade. Para o desenvolvimento da atividade e análise dos resultados foi abordado o conceito da lógica do terceiro incluído. Os resultados obtidos apresentaram implicações para o ensino que podem ser revistas pelos professores a fim de que possam utilizar abordagens diferenciadas que propiciem aos alunos a possibilidade de desenvolver valores próprios e não somente a apropriação de conhecimentos socialmente construídos.

Palavras-chave: Abordagem CTS, tema controverso, terceiro incluído

Abstract

This paper aims to analyze the applicability of the CTS approach to the development of a controversial topic within the logic of complexity. We sought to investigate the perceptions of first year students from public high school in the municipality of Rio de Janeiro-RJ radioactivity on the subject worked through CTS approach. Established relationships between the knowledge constructed by students during the lessons and logic complexity. For the development of activity and analysis of the results was discussed the concept of logic of the included. The results had implications for teaching that can be reviewed by teachers to enable them to use different approaches that provide students the opportunity to develop their own values and not only the appropriation of socially constructed knowledge.

Keywords: Approach CTS, a controversial issue, the included

Introdução

A ciência e a tecnologia (C&T) têm papel central no desenvolvimento econômico, cultural e social do mundo atual, e à medida que foram vistas como essenciais, o Ensino de Ciências em todos os níveis desenvolveu recrudescente relevância (KRASILCHIK, 2000). Um dos mitos sobre a ciência e tecnologia é que elas necessariamente conduzem ao progresso e são sempre criadas para solucionar problemas da humanidade, de modo a tornar a vida mais fácil (AULER, 2001).

Segundo Santos e Mortimer (2002,p.6) para o desenvolvimento de uma visão crítica da ciência é importante a superação do “(...) mito do *cientificismo* que ideologicamente ajudou a consolidar a *submissão da ciência aos interesses de mercado, à busca do lucro.*” O mito de que a ciência é objetiva e neutra, “ (...) *justificada somente por critérios racionais e cognitivos* (...)” contribuiu para a visão distorcida de que a ciência aliada a tecnologia é capaz de resolver os problemas da sociedade e para a crença determinista de que o progresso é necessário e define os rumos da humanidade.

Entre as décadas de 1960 e 1980, à medida que os problemas sociais foram aumentando, outros valores foram incorporadas às ciências, como por exemplo, as crises ambientais e energéticas. Nesse período parte da sociedade de países capitalistas passou a questionar o paradigma de que o desenvolvimento da C & T promoveriam o avanço social. A utilização do conhecimento científico e tecnológico para o desenvolvimento da bomba atômica utilizada no Japão e do desfolhante utilizado na Guerra do Vietnã, bem como a utilização de agrotóxicos que estariam contribuindo para a extinção de animais foram eventos importantes, dentre outros, para essa tomada de consciência. Esses grupos reivindicaram espaço para a sociedade participar nas decisões em ciência e tecnologia (AULER e BAZZO, 2001). Sendo assim, programas de estudo chamados CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) mostraram-se influentes em três campos distintos: na *Pesquisa* – fazendo uma reflexão acadêmica tradicional sobre ciência e tecnologia -, nas *Políticas Públicas* – defendendo a regulamentação social da ciência e da tecnologia – e na *Educação* – promovendo a introdução de programas e disciplinas no ensino médio e superior. (KRASILCHIK, 2000; VON LINSINGEN, 2004).

Segundo Carvalho e Martins (1998) o surgimento do movimento CTS no Brasil não apresentou as mesmas motivações descritas anteriormente no contexto dos países capitalistas, o passado colonial associado às atividades agrárias e à exploração do trabalho escravo deixou heranças profundas na sociedade e na política como a visão pragmática e imediatista que travou o desenvolvimento da C&T no país. Enquanto os países capitalistas vivenciaram a revolução científica e investiram no desenvolvendo da C&T, no Brasil o início do desenvolvimento da ciência foi atrasado e com forte influência positivista e cientificista (AULER e BAZZO, 2001; SCHMIDT, 2001). Os autores salientam ainda que o processo de industrialização brasileiro não se iniciou com o apoio à formação de técnicos e com o investimento no desenvolvimento de tecnologia nacional, mas com a importação de mão de obra especializada e de tecnologias prontas, o que também não incentivava o desenvolvimento da C&T nacionais. A mão de obra especializada formada no país se limitava a manipular e a fazer adaptações possíveis nos equipamentos e plantas importadas, que muitas vezes não se adequavam às necessidades e à realidade sócio-ambiental da nação.

Na segunda metade do século XX houve indícios de desenvolvimento da C&T no país como possibilidade de desenvolvimento econômico nacional, mas questões políticas dificultaram o estabelecimento dessa integração. Como estratégia militar, devido à explosão das bombas nucleares no Japão, no final da Segunda Guerra Mundial, uma aliança entre políticos, militares e cientistas foi estabelecida. O Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) criado em 1951 iniciou seus trabalhos patrocinando também pesquisas na área Nuclear. Em 1956 foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) para trabalhar no Programa Diretrizes para a Política de Energia Atômica (SANTOS, 2008). Pressões políticas internas e externas colocaram a comunidade científica brasileira à margem das discussões e das decisões

nos acordos nucleares firmados com o exterior, prevalecendo a herança imediatista da cultura política brasileira. Muitas pesquisas desenvolvidas no país não foram aproveitadas (CARVALHO e MARTINS, 1998).

A abordagem CTS propõe uma integração harmônica entre conteúdos específicos e seus processos de produção, o que pode levar os alunos a construir o seu próprio conhecimento. Nessa perspectiva, a educação em Ciências deve propiciar a compreensão do entorno da atividade científico-tecnológica, potencializando a participação de mais segmentos da sociedade civil, não apenas na avaliação dos impactos pós-produção, mas principalmente na definição do que se almeja em relação ao desenvolvimento científico-tecnológico (AULER, 2003 & VANNUCCHI, 2004).

Levando em consideração que a sociedade como um todo possui o direito de participar em definições que envolvem seu destino, Auler e Delizoicov (2006, p.3), também defendem a democratização de temas vinculados à Ciência e Tecnologia, assim como Ambiente e Sociedade:

“(...) numa educação para a cidadania deve-se ir além dos objetivos centrados nos conteúdos e nos processos da Ciência (...)”

Um parâmetro bastante discutido atualmente é a geração de combustíveis para provimento da crescente demanda energética mundial. Dados do Ministério de Minas e Energia apontam que cerca de 20 milhões de brasileiros no meio rural ainda não têm acesso à energia elétrica. As questões sobre racionamento de energia, bastante evidentes no ano de 2002, mostram uma carência de investimentos e preocupação na expansão e modernização desse setor. Essa expansão, todavia, gera controvérsias seja pela emissão de gases a partir dos combustíveis fósseis utilizados pelas termoelétricas que poluem a atmosfera e geram energia onerosa em razão do preço do combustível ou pela exploração de altíssimo custo e capacidade limitada das energias solar e eólica, ou ainda, pelos grandes impactos ambientais que podem provocar os recursos hidráulicos. (SCHMIDT & LIMA, 2004, pp.68; ROSA, 2007)

O entendimento do processo de construção do conhecimento científico e da natureza da ciência é importante para a compreensão de que a ciência é construída socialmente e de que vem atendendo historicamente aos interesses dos grupos que detém o poder cognitivo, econômico e político. Os currículos de ciência deveriam abordar o caráter provisório e incerto das teorias científicas para que os alunos pudessem perceber que os especialistas vivem em um mundo real com pressões, necessidades e negociações e que suas observações não são dissociadas do observador, ou seja, é preciso superar a visão dicotômica do sujeito e objeto, natureza e cultura, conhecimento e contexto no qual ele foi produzido. (LATOURETTE, 1994)

A superação do paradigma da fragmentação para alcançar o conhecimento, da separação do sujeito do objeto é fundamental para a construção de um pensamento complexo capaz de unir as diversas complexidades como ética, política, religião, grupos sociais, solidariedade e incertezas (MORIN, 2007). O autor propõe que a estratégia para se chegar ao pensamento complexo passa pelo pensamento multidimensional, onde se percebe as dimensões da realidade nos níveis individual, social e biológico.

A lógica do terceiro incluído foi formalizada por Lucascio no início do século XX. A compreensão desse axioma é facilitada pela noção dos níveis de realidade explicados por Nicolai Bode (1999). O autor explica a existência de um terceiro termo T (terceiro incluído que supera a contradição e localizado em outro nível de realidade) que é ao mesmo tempo A e não-A. Se T permanecer no mesmo nível de Realidade de A e não-A, este par tem a aparência de antagônico e mutuamente exclusivo. A “*tensão entre a contradição*” constrói a unidade

que os inclui. Essa é a lógica da complexidade “(...) *que permite atravessar, de maneira coerente, os diferentes domínios do conhecimento (...)*” (NICOLESCU, 1999, p.17).

O presente trabalho busca analisar a aplicabilidade da abordagem CTS para o desenvolvimento do tema escolhido dentro da lógica da complexidade. A partir dos dados obtidos com o estudo de caso, pretende-se perceber se os alunos pesquisados entendem o tema radioatividade/energia nuclear dentro da lógica da complexidade.

A energia nuclear, também chamada atômica, é obtida através do processo de fissão de átomos de grande massa – como o urânio e o plutônio – a partir do choque destes átomos com nêutrons. Este tipo de energia considerada mais limpa que as energias produzidas pelas hidroelétricas e termoelétricas, surgiu como uma alternativa à crescente demanda energética, resultando na construção de centenas de reatores nucleares em operação no planeta. (BRANCO, 1990; ROSA, 2007)

Em relação ao uso da radioatividade, não podemos nos ater somente ao provimento de energia nuclear, mas devemos levar em consideração outras tendências, como o uso de radiação e material radioativo na medicina, como por exemplo, na obtenção de diagnósticos a partir da cintilografia - técnica bastante eficiente quando comparada com a radiografia, ultrasonografia e radiografia. Além da medicina, utilizam a radioatividade nos estudos de datação, na indústria de alimentos, com a preservação destes a partir da irradiação com o cobalto-60. (XAVIER *et Al.*, 2007)

O termo radioatividade foi proposto por Madame Curie, por volta de 1897 para denominar o fenômeno de emissão de “raios de Bequerel”. Estes “raios” eram, na realidade, partículas e radiação emitidas espontaneamente pelos átomos de sais de urânio estudados por Bequerel. Em seus estudos, Madame Curie observou que a radioatividade não é uma propriedade que se limita somente aos átomos de urânio, o que abriu caminho para novas pesquisas, realizadas não somente pelo casal Curie e Bequerel, mas também por Rutherford e mais tarde por Paul Ulrich Villard, Hans Geiger, dentre outros. Os fenômenos radioativos podem alterar, além do estado de energia de um núcleo, a sua estrutura. Com o desenvolvimento da radioatividade artificial, a descoberta da fissão do urânio, e posterior obtenção da reação em cadeia, surgiu uma nova era, em que o homem não só pode ter conhecimento da intimidade da matéria elementar, mas também transformá-la segundo as suas necessidades e de acordo com suas propriedades. (CARUSO E OGURI, 2006; ALMEIDA E TAUHATA, 1981)

A abordagem de temas como a radioatividade em Física é também discutido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Nos chamados PCNs, alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria. Mas julga-se também ser indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos, como pode ser visto na citação abaixo:

“A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante”. (BRASIL, 2002)

O ensino de Física durante muito tempo foi caracterizado pela exposição de inúmeras fórmulas matemáticas e exaustivas resoluções de exercícios. Esse excesso de “*matematização*”, sem a discussão conceitual e experimental tem levado a maioria dos alunos, não só ao mínimo entendimento dos conceitos físicos, como à antipatia cada vez maior por essa disciplina. Ensinar Física, atualmente, se tornou um grande desafio para os professores,

pois é crescente o desinteresse e o baixo rendimento dos alunos nesta disciplina. O ensino de Física, no momento atual, exige um profissional que tenha habilidades para experimentação, investigação, que contextualize os conteúdos, relacione a matéria com a realidade do dia-a-dia dos alunos, e que não fique preocupado só com a *matematização* (AZEREDO, 2007).

Pensando nisso, foi levada para um grupo de alunos do ensino médio que vinham apresentando questionamentos para a professora de física¹ sobre o uso das usinas nucleares, a partir do acidente² ocorrido na usina nuclear de Fukushima no Japão, uma alternativa para abordagem do tema radioatividade/Energia Nuclear em sala de aula. Buscou-se incentivar uma interpretação mais complexa para o tema, além de levar uma maior motivação ao aprender, o que pode ser promovido ao considerar seus questionamentos sobre assuntos da atualidade.

As implicações desse tema na ciência, na tecnologia e na sociedade geram controvérsias que envolvem diversas dimensões: científica, tecnológica, social, ambiental, econômica e política. No presente trabalho foi considerada principalmente a controvérsia técnico-científica presente no tema em discussão. Embora seja uma problemática restrita aos especialistas e aos tomadores de decisão (cenário científico e político), a presente discussão é importante entre os não-especialistas, para que estes possam se posicionar e avaliar os riscos e benefícios que o uso de tal tecnologia pode gerar para toda a sociedade da qual fazem parte.

Os temas controversos não são usualmente discutidos em sala de aula, embora sejam ricos de aspectos importantes e ausentes do contexto escolar, tais como: incertezas, complexidades e riscos sociais e ambientais (GAYFORD *et al*, 2002). A complexidade de tais questões e a necessidade de cumprir o conteúdo dos currículos de ciências naturais podem ser fatores que contribuem para essa ausência.

Procedimentos Metodológicos

O trabalho de pesquisa foi realizado por um grupo constituído por professoras de biologia³, física e química⁴. A união das professoras com formações específicas em química, biologia e física buscou favorecer a análise multidisciplinar do conteúdo abordado. A participação de outros professores da escola pesquisada foi caracterizada através da professora de português que corrigiu as redações produzidas, atribuiu notas e as utilizou como um das avaliações da sua disciplina.

Para a coleta de dados foi realizada pesquisa com 190 alunos pertencentes a sete turmas do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública da Zona Norte do município do Rio de Janeiro – RJ, levando-se em consideração as seguintes atividades ou etapas:

(1) Na primeira aula foi feita uma breve exposição sobre as diversas fontes de energia, que são necessárias para o abastecimento de usinas geradoras de energia elétrica. Em seguida foi abordado o conceito de energia nuclear/radioatividade e das fontes combustíveis promovidas pela radiação. Em seguida, foi colocado pela professora a questão do acidente nuclear

¹ Professora pesquisadora titular da disciplina física da escola e uma das autoras desse trabalho.

² Um terremoto em 7 de abril de 2011, classificado como de magnitude 7.4 na escala Richter, resultou no vazamento de material radioativo para o meio ambiente oriundo da usina nuclear de Fukushima, Japão. (CNEN, 2011)

³ Pesquisadora do IRD e aluna do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ

⁴ Professora do IFRJ e aluna do Doutorado Multidisciplinar em Meio ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

ocorrido no Japão no início de 2011, e os impactos ambientais e sociais do evento (duração de 50 minutos).

(2) Após a exposição inicial, os alunos foram separados em dois grandes grupos, um denominado “contra a Energia Nuclear e a Radioatividade” e outro denominado “a favor”. Esses posicionamentos eram independentes das idéias prévias individuais dos estudantes e representavam as contradições. Os grupos tiveram cerca de trinta minutos para levantarem aspectos que defendessem o ponto de vista em que se inseriram. Durante a montagem dos seus posicionamentos, os estudantes tiveram auxílio no levantamento de questões que pudessem ser levadas para a outra parte da turma, de modo a promover sua sensibilização. Foi entregue para cada grupo material retirado de revistas, jornais⁵, apostilas didáticas da CNEN⁶ e artigos científicos sobre a utilização da radioatividade na medicina nuclear, indústria de alimentos e de bem e serviços, bem como os fatores que desencadearam o acidente de Goiânia no Brasil.

(3) Após a escolha realizada pelos alunos das questões importantes nas suas concepções, os grupos foram organizados em duas fileiras, de modo que se vissem, para que surgisse um debate entre os dois lados. O debate entre os posicionamentos durou cerca de 20 minutos e foi mediado pelas professoras, que a todo o momento buscavam levantar questões que deveriam ser abordadas pelos alunos pertencentes aos dois posicionamentos.

(4) Após o debate os alunos foram estimulados a escrever, de modo individual, as suas opiniões sobre a questão da radioatividade e a utilização da energia nuclear. As redações produzidas pelos alunos, de forma livre, foram recolhidas para que fossem analisadas posteriormente.

A partir desses dados (redações e anotações realizadas pelas professoras) foi aplicada a categoria de análise para discutir as concepções desenvolvidas pelos alunos envolvidos nesta pesquisa.

A opção pela pesquisa exploratória com abordagem qualitativa permitiu a obtenção de dados descritivos através do contato direto e da interação das pesquisadoras com a situação objeto de estudo.

Resultados e Análise dos Dados

A análise dos dados se deu segundo a lógica da transdisciplinaridade. Segundo Palavizini (2011) essa lógica prevê a construção de um novo paradigma, a partir de referenciais culturais e ecológicos diversos, na perspectiva de compreender melhor as múltiplas interações e dimensões dos fenômenos nos quais os alunos se mantêm inseridos.

A partir da leitura das redações, observou-se que os alunos encontram-se inseridos em três classes diferentes, as quais podem ser descritas como: alunos que valorizam apenas uma episteme; alunos que se mantêm neutros, aceitando que existe a outra opinião, mas sem interesse em entendê-la; alunos que interagem com os diferentes níveis de realidade e classificados dentro da lógica do terceiro incluído pelas pesquisadoras (PALAVIZINI, 2011).

⁵ Apostilas didáticas produzidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), com os temas: Aplicações da Energia Nuclear; Energia Nuclear; Radiações Ionizantes e a Vida; Radioatividade.

⁶ Artigos dos Jornais O Globo e Folha de São Paulo e da Revista Veja sobre os acidentes de Fukushima (Japão) e Chernobyl (Ucrânia) com fotos da Usina de Angra I e II no Rio de Janeiro



Figura 1: Turma organizada em dois grupos para o debate

Os alunos que apenas valorizam uma única episteme compreenderam um total de 40% do grupo de estudo. Para estes alunos o posicionamento deles é que importa. Não existe interação às diversas questões apresentadas (figura 1), e apresentam uma valorização dos seus pontos de vista, procurando, na maioria das vezes uma justificativa para suas opiniões, nem sempre respeitando as diferentes formas de percepção.

Foi observado que a maioria dos alunos se posicionavam contra a energia nuclear, porém desconheciam o assunto. Muitos alunos falavam que eram contra porque não queriam morrer. Relacionavam a radioatividade e a energia nuclear com “*uma coisa perigosa*”. Diziam que queriam “*ficar o mais longe possível de uma usina nuclear*”. Quando as pesquisadoras questionavam seus motivos obtiveram respostas como “*Porque sim professora, é muito ruim, a gente vê na televisão, só causa morte*” ou “*Mostrou na televisão no domingo* (se referindo a um programa tradicional de uma emissora de televisão), *tem um lugar que está a um tempo contaminado. Todo mundo que morava lá morreu*” (referência ao acidente de Chernobyl).

... e em assunto de usina, eu acho melhor, não existir.

Figura 1: Opinião de aluno sobre a construção de usinas. Quando se trata de ter malefícios, o aluno valoriza a extinção de qualquer tipo de geração de energia. (Lê-se: “.. e em assunto de usina, eu acho melhor, não existir.”)

Apesar de existir um grupo de alunos “contra”, as pesquisadoras perceberam que ao abordar teoricamente o funcionamento das usinas de energia termelétrica e hidrelétrica, foi questionada a existência e a utilização de algum outro tipo de usina para provimento de energia elétrica e que o grupo pesquisado, no geral, não estava disposto a diminuir a utilização de aparelhos que promovem facilidades e conforto em suas vidas cotidianas. A abordagem CTS no ensino propõe que os conteúdos específicos estejam inseridos no contexto histórico, político e econômico, de forma a propiciar aos alunos a construção do seu próprio conhecimento e a avaliação do seu conceito de mundo (AULER e DELIZOICOV, 2006; AULER, 2003; VANNUCCHI, 2004). Dessa forma, a percepção de que a energia provinda de usinas termelétricas e hidrelétricas não é “limpa” e de que a energia nuclear é uma opção que surgiu como alternativa à crescente demanda energética pode colaborar para ampliação da sua visão de mundo (BRANCO, 1990; ROSA, 2007)



Figura 2: alunos defendendo o uso da radioatividade

Alguns alunos integrantes do grupo a favor disseram que já tinham ouvido falar que existe aplicação na medicina, mas não sabiam identificar o uso nos aparelhos de raio x, tomógrafos e ressonância. Poucos alunos se propuseram a fazer parte desse grupo, os que aceitaram se mostravam curiosos em saber se existe uso benéfico da radiação. Os comentários *“Se existe gente que trabalha com radiação e não morre, deve ser porque não é tão ruim”* e *“Eu sou contra, mas vou fazer parte do grupo a favor para saber se existe algo de bom nisso”* expressam a pré-disposição para o assunto por parte desses pesquisados.

Durante o debate os estudantes colocaram os tópicos que foram selecionados por eles e os debateram de forma produtiva, na visão das pesquisadoras. Eles utilizaram as fotos para ilustrar o que defendiam para o grupo oposto e o material consultado para basear seus argumentos: *“Olha como ficou essa criança, você quer que seus filhos fiquem doentes?”* expôs um aluno do grupo “contra a energia nuclear” mostrando para o outro grupo a foto de uma criança mutilada após o acidente de Chernobly.

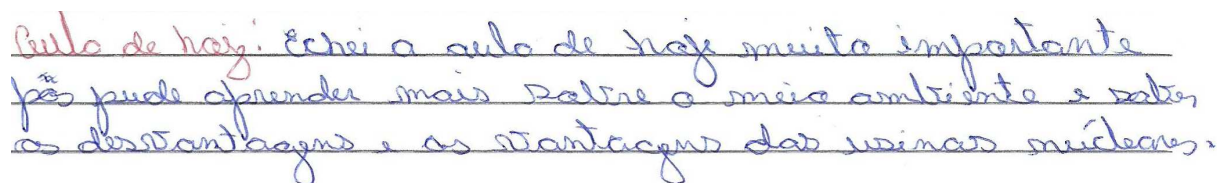
O grupo “a favor” recrutou mostrando as fotos dos aparelhos utilizados na medicina nuclear e argumentando: *“Se você é contra a energia nuclear, não pode fazer os exames para saber se está doente, não vai poder fazer nem o raio x”*; *“Para curar o câncer não vai fazer a radioterapia, vai morrer!”* e *“Vocês sabiam que os alimentos passam por uma máquina e é colocada radiação para que consigam chegar na sua casa? Se não tiver radiação nesses alimentos, eles apodrecem por causa das bactérias”*⁷. É importante que os diversos usos da radioatividade sejam abordados ao se discutir a importância das pesquisas nucleares (XAVIER et AL,2007).

O grupo contra recrutou, argumentando: *“Mas também a radiação causou morte no acidente de Chernobly, a radiação foi para a grama, a Vavá comeu a grama contaminada, depois as pessoas beberam o leite e comeram a carne da vaca e tiveram câncer.”* Percebeu-se que houve troca de informações entre os grupos. No fim do debate as professoras aprofundaram o conteúdo dos tópicos listados por eles.

Após o término das atividades os alunos se mostraram satisfeitos com o trabalho realizado e esclareceram as dúvidas que surgiram em relação ao tema.

⁷ Observação de um aluno a favor, explicando com suas palavras sobre os irradiadores industriais e seu uso na conservação dos alimentos

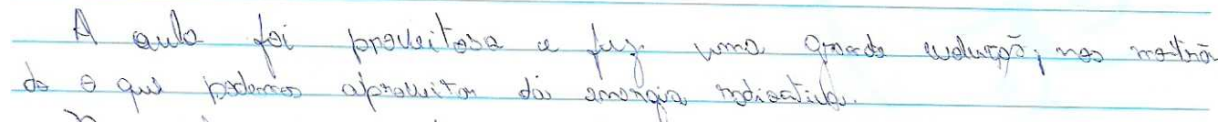
Os estudantes que valorizam e respeitam os diversos posicionamentos compreenderam 23% do grupo de estudo. Estes percebem os diferentes níveis de realidade, entretanto, não procuram interagir com as diferentes formas de percepção (figura 3).



Aula de hoje: Echei a aula de hoje muito importante pois pude aprender mais sobre o meio ambiente e saber as desvantagens e as vantagens das usinas nucleares.

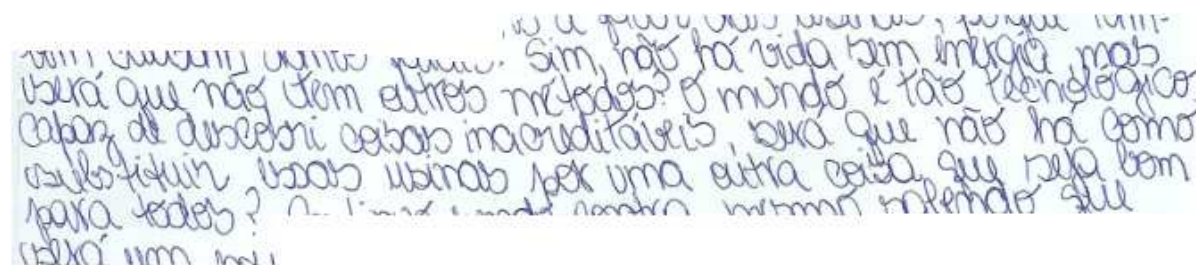
Figura 3: Relato de um aluno sobre a aula em que esteve inserido. (Lê-se: “aula de hoje: Eu achei a aula de hoje muito importante pois pude aprender mais sobre o meio ambiente e saber as desvantagens e as vantagens das usinas nucleares.”)

Os alunos que se encontram inseridos na lógica do terceiro incluído compreenderam um total de 37% do grupo de estudo. Para estes alunos, além de considerar a existência de outros valores, tentam mediar uma interação entre as diferentes formas de percepção (figuras 4 e 5).



A aula foi proveitosa e fez uma grande evolução, nos mostrando o que podemos aproveitar da energia radioativa.

Figura 4: Relato de um aluno sobre o assunto apresentado. (Lê-se: “a aula foi proveitosa e fez uma grande evolução, nos mostrando o que podemos aproveitar da energia radioativa”)



Sim, não há vida sem energia, mas será que não tem outros métodos? O mundo é tão tecnológico capaz de descobrir coisas inacreditáveis, será que não há como substituir essas usinas por uma outra coisa que seja bom para todos?

Figura 5: Opinião de um aluno a cerca do uso da energia nuclear. (Lê-se: “Sim, não há vida sem energia, mas será que não tem outros métodos? O mundo é tão tecnológico capaz de descobrir coisas inacreditáveis, será que não há como substituir essas usinas por uma outra coisa que seja bom para todos?”)

Nessa resposta percebe-se a presença da crença na ciência e na tecnologia como capazes de solucionar os problemas do planeta. Essa visão indica a crença no mito do cientificismo elucidado por Auler (2001) e por Santos e Mortimer (2002). Segundo os autores, sem a superação desse mito, que contribuiu para a visão distorcida de que a ciência aliada a tecnologia conduzem ao progresso e solucionam os problemas da humanidade, não é possível o desenvolvimento de uma visão crítica da ciência.

As três lógicas em que os estudantes mostram-se inseridos podem ser melhor observadas e comparadas no gráfico 1.

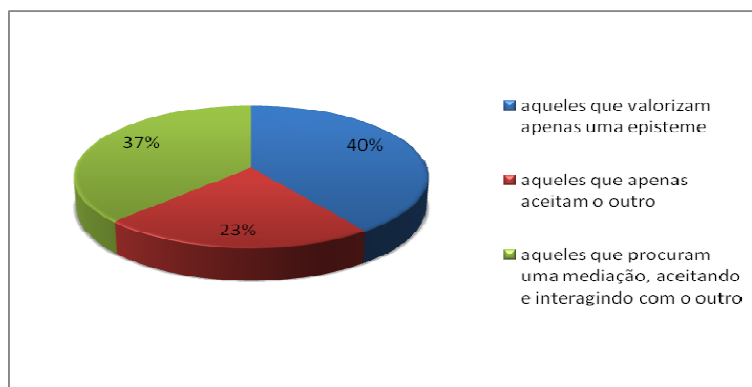


Gráfico 1: Posicionamento dos alunos em relação ao tema abordado

Considerações Finais

A análise da aplicabilidade da abordagem CTS para o desenvolvimento do tema radioatividade/energia nuclear dentro da lógica da complexidade demonstrou que tal abordagem pode criar condições para o desenvolvimento das capacidades cognitivas dos estudantes, especialmente orientadas para uma mudança de visão quanto a natureza de um fenômeno científico-tecnológico e de seus produtos, oferecendo assim, condições para a transmissão de poder social aos cidadãos, de uma maneira geral (VON LINSINGEM, 2006).

Durante a atividade realizada, os alunos mostraram-se motivados à participar, já que estes se sentiram livres para expor suas opiniões de forma espontânea, sem a obrigatoriedade de obtenção de um único posicionamento, numa situação em que o estudante conseguiu estabelecer diálogo com o professor e com seus pares. O aluno desempenhou um papel ativo na sua aprendizagem, não sendo um mero receptor de informações e houve a discussão sobre produtos da ciência e da tecnologia e suas vantagens e desvantagens.

A partir da análise das redações produzidas pelos pesquisados observou-se que suas percepções poderiam ser agrupadas: naqueles alunos que tem uma opinião fechada e simplificada, contra ou a favor; nos alunos que percebem outras opiniões, mas não interagem com elas e nos que conseguem essa interação e percebem a complexidade da questão. Percebeu-se que apenas uma parte dos alunos pesquisados (37%) se inseriram na lógica do terceiro incluído, onde poderia se entender que o tema proposto não tem apenas duas possibilidades, sim ou não, mas múltiplas, sim e não, dependendo do contexto em que se insere o conceito.

Os resultados obtidos apresentaram implicações para o ensino que podem ser revistas pelos professores a fim de que possam utilizar abordagens diferenciadas que propiciem aos alunos a possibilidade de desenvolver valores próprios e não somente a apropriação de conhecimentos socialmente construídos.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, E. S.; TAUHATA, L. **Física Nuclear**. Editora: Guanabara Dois, 1981.

AULER, D. **Alfabetização Científico Tecnológica: um novo “paradigma”?** Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências, vol.5. p.1-16, 2003.

AULER, D.; BAZZO, W. A. **Reflexões para a Implantação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro.** Ciência e Educação, vol.7, n.11, p. 1-13, 2001

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Educação CTS: Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS.** In: LÓPES, A. B.; PEINADO, V-B.; LÓPES, M. J.; RUZ, M. T. P. (Org.). *Las Relaciones CTS en la Educación Científica.* Málaga: Editora da Universidade de Málaga, 2006.

AZEREDO, S. R. **Interdisciplinaridade entre a Física e a Biologia para alunos do Nível Fundamental em um experimento.** Monografia, Curso de licenciatura em Física UERJ, Rio de Janeiro, Brasil, Dezembro, 2007.

BAKHTIN, M. M. **Estética da criação verbal.** 2ª edição. Tradução de Maria Ermantina Galvão G. Pereira. São Paulo Martins Fontes, 1997

BRASIL, Secretaria de Educação Básica. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.** Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.

BRANCO, SAMUEL MURGUEL. **Energia e Meio Ambiente.** São Paulo: Moderna, p.42 – 76, 1990.

CARVALHO, W. L. P.; MARTINS, J. **Elementos históricos: ciência-sociedade governo no Brasil.** In: Nardi, R. (org.). Pesquisas em Ensino de Física. São Paulo: Escrituras, 1998.

CARUSO, F.; OGURI, V. **Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. pp.282-283.

CNEN. **Boletim 14: Japão – Boletim Diário.** Diretoria de Radioproteção e Segurança Nuclear. Comissão Nacional de Energia Nuclear, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2011. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/noticias/noticia.asp?id=714>>, acessado em 17 de julho de 2011.

KRASILCHIK, M. **Reformas e Realidade: o caso do Ensino de Ciências.** São Paulo em perspectiva. 2000. <http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf>, acessado em 20 de junho de 2011.

GAYFORD, C., DILLON, J., & SCOTT, W. **Controversial environmental issues: a case study for the professional development of science teachers.** International Journal of Science Education, 24, 1191-1200, 2002.

LATOURETTE, B. **Jamais fomos modernos: ensaios de antropologia simétrica.** Rio de Janeiro: editora 34, 1994.

MORIN, E. **Educar na Era planetária- o pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana.** 2ª Ed., São Paulo, Cortez, Brasília, DF: UNESCO, 2007

NEVES, R. A.; DAMIANI, M. F.. **Vygotsky e as teorias da aprendizagem.** UNIREVISTA - Vol. 1, nº 2 : (abril 2006)

NICOLESCU, B. **O manifesto da transdisciplinaridade.** São Paulo: TRIOM, 1999.

PALAVIZINI, R. **Educação para a Sustentabilidade: Uma abordagem Transdisciplinar.** NUPEAT - IESA – UFG, Goiânia, v.1, n.1, jan/jun/2011, p.23-34, artigo 3

ROSA, L. P. **Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear.** Estudos Avançados 21 (59), 2007.

SANTOS, T. L., **Os militares e a política nuclear brasileira.** XIII Encontro de História, Anpuh-Rio, 2008, disponível em: <http://www.encontro2008.rj.anpuh.org/resources/content/anais/1212880733_ARQUIVO_Os_militareseapoliticanuclearbrasileira.pdf> acesso em: 13/07/2011

SANTOS, W.L.P., MORTIMER, E.F., **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia– Sociedade) no contexto da educação brasileira.** ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, V.02, Nº 2, Dez 2002

SCHMIDT, B. B. **O Deus do progresso: a difusão do cientificismo no movimento operário gaúcho da I República.** Revista Brasileira de História. São Paulo, v. 21, nº 41, p. 113-126. 2001

SCHMIDT, C. A. J.; LIMA, M. A. M. **A Demanda por Energia Elétrica no Brasil.** Rev. Bras. Econ. vol.58 no.1 Rio de Janeiro Jan./Mar. 2004.

VANNUCCHI, A. I. **A relação Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino de Ciências.** Livro: Ensino de Ciências Unindo a Pesquisa e a Prática. Org. Ana Maria Pessoa de Carvalho. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p.77, 2004. ISBN: 8522103534

VON LINSINGEN, I. **O Enfoque CTS e a Educação Tecnológica: origens, razões e convergências curriculares.** In: XI Congresso Chileno de Ingeniería Mecánica – COCIM, Antofagasta. Anais do COCIM 2004, vol. 1, p.1-11, 2004. Disponível em: <http://www.nepet.ufsc.br/Artigos/Texto/CTS%20E%20educTec.pdf>, acessado em 20 de junho de 2011.

VON LINSINGEN, I. **CTS na educação tecnológica: tensões e desafios.** In: I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnologia, Sociedad e Innovación CTS + I, 2006.

XAVIER, A. M.; LIMA, A. G.; VIGNA, C. R. M.; VERBI, F. M.; BORTOLETO, G. G.; GORAJEB, K.; COLLINS, C. H.; BUENO, M. I. M. S. **Marcos da História da Radioatividade e Tendências atuais.** Quim. Nova, Vol. 30, No. 1, 83-91, 2007