

O Ensino Por Pesquisa No Ensino Médio: Discussão De Questões CTSA Em Uma Alfabetização Científico-Tecnológica

Education For Research In Secondary Education: Discussion Of Issues In A Literacy STSE Scientific-Technological

**Thiago Vasconcelos RIBEIRO¹
Luiz Gonzaga Roversi GENOVESE²
Guilherme COLHERINHAS³**

¹ UFG/Instituto de Física/Núcleo de Pesquisa em Ensino de Física, thiago.v.ribeiro@live.com

² UFG/Instituto de Física/Núcleo de Pesquisa em Ensino de Física, lgenovese@if.ufg.br

³ UFG/ Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação, gcolherinhas@gmail.com

Resumo

Este trabalho visa discutir e analisar as estratégias de ensino-aprendizagem implementadas numa intervenção didático-pedagógica onde tomam parte o professor de Física da escola, o pesquisador acadêmico da universidade e um licenciando em Física, em sua formação inicial. Tais estratégias desenvolvidas junto a alunos do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Goiânia visaram à alfabetização científico-tecnológica, numa abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), empregando-se o estudo de aparelhos tecnológicos do cotidiano dos alunos, em abordagens de caráter sociocultural e ambiental. Os resultados obtidos e analisados numa perspectiva qualitativa, sob o olhar do Ensino por Pesquisa, sinalizaram que os alunos, em boa medida, foram capazes de discutir, argumentar e desenvolver uma visão mais abrangente e verdadeira da construção do conhecimento científico e as relações complexas que ele estabelece com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade e o meio ambiente.

Palavras-chave: Ciência; Tecnologia; Sociedade e Ambiente; Ensino por Pesquisa.

Abstract

This paper aims to discuss and analyze the strategies of teaching and learning implemented in an intervention didactic teaching which take part the Professor of Physics at the school, the academic researcher at the university and a degree in physics in their initial training. Such strategies developed with students of 2nd year of high school to a public school in Goiânia targeted literacy scientific-technological approach STSE (Science, Technology, Society and Environment), using the study of technological devices of the daily lives of students in approaches to socio-cultural and environmental. The results obtained and analyzed in a qualitative way, under the gaze of Education for Research, signaled the students to a large extent, were able to discuss, argue and develop a more comprehensive and true construction of scientific knowledge and the complex relationships it establishes with technological development, society and environment.

Keywords: Science; Technology; Society and Environment; Education for Research.

Introdução

Ao longo dos anos as pesquisas na área de Ensino de Ciências avançaram consideravelmente detectando diversos problemas, entraves e deficiências inerentes ao processo de ensino/aprendizagem e propondo perspectivas de ensino diferenciadas capazes de proporcionar um aprendizado mais significativo e eficaz. As perspectivas de ensino elaboradas principalmente a partir da segunda metade do século XX buscavam, constantemente, apresentar novas alternativas aos problemas apresentados pela perspectiva do Ensino Tradicional (POZO & CRESPO, 2009).

Entre as décadas de 1950 e 1960, as pesquisas na área de Ensino de Ciências começaram a debater novas ideias, métodos e propostas de ensino. Assim, buscando avançar na questão do Ensino em Ciências e baseando-se nas constatações das deficiências que o Ensino Tradicional apresentava, foram desenvolvidas propostas de ensino denominadas de perspectiva de Ensino por Descoberta (PÉREZ, 1983). Tal perspectiva tem como principal atividade a utilização de métodos e processos científicos no Ensino de Ciências, com o objetivo de fazer com que os alunos se familiarizem com a metodologia científica e, assim, se tornarem capazes de compreenderem os resultados científicos. Logo, a experimentação e uma postura investigativa característica de um cientista são consideradas as formas mais adequadas para o aluno adquirir o conhecimento científico.

Entretanto, novas contribuições oriundas das pesquisas em Ensino de Ciências identificaram diversos problemas provenientes da prática do Ensino por Descoberta, como por exemplo, uma aprendizagem marcadamente comportamentalista, e a redução da atividade científica a uma seqüência linear, possuindo etapas fixas, não levando em conta os aspectos criativos da mesma (PÉREZ & CARRASCOSA, 1994). Tais contribuições promoveram durante a década de 1980 novos avanços nas propostas do Ensino de Ciências, que culminaram com a criação da perspectiva de Ensino para a Mudança Conceitual (POSNER et. al. 1982). Nesta perspectiva são evidenciadas e trabalhadas as chamadas “concepções alternativas” provenientes da vida cotidiana dos alunos. Essas concepções são consideradas em sua gênese e em si mesmas, deficientes e incompletas, devendo ser substituídas pelo conhecimento científico visando a “*superação de conflitos cognitivos*” provocados pelo professor durante o processo de ensino e aprendizagem (CACHAPUZ, PRAIA & JORGE, 2002).

No contexto brasileiro, as pesquisas na área de Ensino de Ciências, após longos períodos adotando modelos de ensino provenientes de pesquisas estrangeiras, conseguem construir as propostas: Os Três Momentos Didático-Pedagógicos de Demétrio Delizoicov (2001), pautada nas contribuições teóricas de Paulo Freire e Bachelard; e o modelo de Perfil Conceitual de Eduardo Mortimer (2000), como propostas voltadas para o contexto sociocultural e educacional do país.

Entretanto, durante a década de 1990, a intensa investigação sobre o Ensino para a Mudança Conceitual no mundo evidenciou algumas falhas para o Ensino de Ciências, tais como: a assimilação e aplicação de sua prática apenas como uma alternativa metodológica, uma estratégia diferenciada de se ensinar ciências, não provocando, assim, uma reflexão sobre o próprio currículo ou mesmo a forma de se avaliar (STRIKE & POSNER, 1992). Esse debate proporcionou outro recente avanço nas estratégias, concepções e objetivos do ensino e aprendizagem em ciências, enquadrados na perspectiva de Ensino por Pesquisa – EPP – (PÉREZ & CARRASCOSA, 1994; CACHAPUZ, PRAIA & JORGE, 2002). Essa perspectiva de ensino objetiva a “*construção de conceitos, competências, atitudes e valores*” (CACHAPUZ, PRAIA & JORGE, 2002, p. 140), em uma educação para a cidadania, que enfatiza a ciência como sendo um processo de construção sociocultural e, como tal, precisa ser tratada e avaliada com responsabilidade e princípios éticos.

Para tanto, a perspectiva respalda nos pressupostos do movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e em abordagens principalmente qualitativas, que permitem tratar problemáticas reais abertas que façam parte do cotidiano do aluno.

Conforme afirma Ricardo, o ensino pautado em aspectos CTSA permeia elementos mais amplos e abrangentes do que aqueles atingidos pela educação tradicional ao dizer que:

“o movimento CTS se insere em um contexto bem mais amplo que a escola. Mesmo a designação Educação CTSA ainda comporta elementos que transcendem a educação formal, isto é, aquela que se dá em uma relação didática, em um espaço e um tempo definidos pela escola” (2007).

Tais elementos visam transpor as limitações do ensino de ciências formal, excessivamente disciplinar, que apenas trata de problemas bastante circunscritos e simplificados da realidade.

Logo, o Ensino de Ciência em CTSA procura passar aos alunos uma imagem do desenvolvimento científico e tecnológico caracterizados como processos sociais, conformados e influenciados por fatores culturais, políticos e econômicos, além dos tradicionais fatores epistêmicos. Assim, ao ensinar ciências e suas relações com a tecnologia através de discussões CTSA, pretende-se apreender e debater a natureza social, política, econômica e ambiental, bem como suas repercussões éticas nessas várias dimensões (SANTOS & MORTIMER, 2002; AULER, 2007; RÍOS & SOLBES, 2007).

No Brasil, existem trabalhos que discutem estratégias de ensino utilizando o CTS (Ciência, Tecnologia & Sociedade) e o CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). As publicações de trabalhos desenvolvidos nessas temáticas discutem: a importância da utilização de temas controversos em sala de aula (VIEIRA & BAZZO, 2007); a forma como a utilização de pressupostos CTS no ensino de ciências contribui para a formação do cidadão consciente (PINHEIRO, SILVEIRA & BAZZO, 2007); as contribuições para o ensino de ciências no Ensino Médio quando pautado por pressupostos CTS e CTSA (CARLETTO & PINHEIRO, 2010; BERNARDO, VIANNA & FONTOURA, 2007).

Entretanto, o fato de ocorrerem mudanças e avanços na área acadêmica de pesquisa em Ensino de Ciências não significa que há mudanças no ensino das instituições, sejam elas de nível básico ou superior. Trata-se, portanto, de outro aspecto da “*crise do ensino de ciências*” além daqueles apontados por Fourez (2003). Segundo discussões ocorridas na área de Ensino de Ciências, os avanços das pesquisas educacionais dificilmente atingem as instituições de ensino, como forma de prática educacional estimulada e continuada (CACHAPUZ, 2000; DELIZOICOV, 2005). Portanto, é recorrente, e ao mesmo tempo relevante, a busca pela inserção dos avanços e dos conhecimentos obtidos através das pesquisas desta área, no ambiente que tanto dele necessita: a escola.

Tendo como foco a inserção do conhecimento gerado pelas pesquisas em CTSA na Educação Básica e visando contribuir para os avanços nos conhecimentos da referida área, o presente trabalho apresenta e discute os resultados de uma pesquisa desenvolvida em uma escola pública de Goiânia, analisada sob a luz do Ensino por Pesquisa que tem a seguinte pergunta de investigação: “***Quais são os avanços e contribuições obtidos no Ensino de Ciências ao aplicar atividades investigativas baseadas nos pressupostos do movimento CTSA no 2º ano do Ensino Médio?***” Para tanto foi realizada uma pesquisa de caráter qualitativo (MOREIRA & CALEFFE, 2006), onde foram analisados os dados coletados ao longo das atividades. Tais dados foram obtidos através de questionários estruturados do tipo *survey* (GÜNTER, 2003), Notas de campo dos pesquisadores (BOGDAN & BIKLEN, 1994), Diários de Aprendizagem (GENOVEZ, 2005) e gravações em áudio e vídeo que foram analisados à luz do EPP.

Referencial Teórico

Segundo Cachapuz, Praia e Jorge a Educação em Ciências deve buscar a formação de cidadãos cientificamente cultos de modo que: vise não somente a aquisição tradicional de conceitos e competências, mas também à aquisição de valores e novas competências diferenciadas que permitam uma compreensão mais ampla sobre os papéis desenvolvidos pela Ciência e Tecnologia nos contextos social, ambiental, político e econômico; que busque proporcionar discussões sobre problemáticas científico/tecnológicas contemporâneas, valorizando o debate enquanto momento de construção de conhecimento; e por fim, focalize o aluno e seu papel na sociedade utilizando-se de abordagens inter/transdisciplinares e situações problema atuais, que motivem competências socialmente relevantes (2002).

O EPP, proposto por Cachapuz, Praia e Jorge (2002), enquanto perspectiva educacional se apresenta, nesse contexto, como uma proposta de Ensino de Ciências adequada para desenvolvimento de estratégias de ensino e aprendizagem, pois possibilita a “*construção de conceitos, competências, atitudes e valores*” (CACHAPUZ, PRAIA & JORGE, 2002, p. 140), nos alunos de modo a formá-lo para a cidadania, como preconiza a Alfabetização Científica.

Tal perspectiva propõe discussões entre os alunos, com a mediação do professor, sobre problemáticas reais e abertas vinculadas ao universo socioambiental que possibilitem a abordagem de questões sobre natureza, filosofia e epistemologia do trabalho científico e tecnológico. Outra característica é a abrangência das problemáticas tratadas e discutidas, essa perspectiva adota abordagens inter/transdisciplinares que possibilitam uma percepção e compreensão mais completa e abrangente dessas questões pelos alunos. Nesse sentido:

“a aprendizagem dos conceitos e dos processos surge agora como uma necessidade sentida, naturalmente, pelos alunos para encontrar respostas possíveis. Nesse processo de construção de conceitos, não construídos analiticamente, mas entrelaçados em redes e em estruturas mais vastas, que o professor ajuda, através de sínteses, a construir – conceitos estruturantes – os alunos desenvolvem a criatividade e atitudes de interesse continuado para com a aprendizagem. Ou seja, num tal percurso, os alunos adquirem uma outra visão, menos linear e simplista da construção do conhecimento.” (CACHAPUZ, PRAIA, JORGE & 2002, p. 176).

Para propiciar tal aprendizagem esses autores estruturam o EPP em três momentos: primeiro a Problematização, segundo as Metodologias de Trabalho e terceiro, Avaliação Terminal da Aprendizagem e do Ensino (ver Figura 1).

No primeiro momento desta perspectiva de ensino denominado de Problematização os três grandes pólos de conhecimentos, que são trabalhados, interagem entre si. O pólo “**Currículo intencional**” contém o conjunto de saberes associados às disciplinas tradicionalmente estabelecidas, além de outros tipos de saberes considerados igualmente importantes para a formação dos alunos como, o cultivo e desenvolvimento de capacidades, valores e atitudes – até então desprezados pelas perspectivas de ensino anteriores. O pólo “**Saberes acadêmicos, pessoais e sociais dos alunos**” que está relacionado com toda uma série de conhecimentos que os alunos trazem consigo, sejam eles provenientes de seu cotidiano ou adquiridos durante sua trajetória escolar, considerando também seus valores, capacidades e atitudes. O pólo “**Situações problemáticas no âmbito C/T/S/A**” trata das problemáticas controversas discutidas que devem ser utilizadas como artifícios motivadores à aprendizagem. Este “triângulo de tensões” representa as interações entre os três pólos presentes que podem tanto se aproximarem quanto se afastarem como também percorrer sentidos diversos, conforme estão representados por setas extensíveis nos dois sentidos, de forma a orientar o problema de investigação que os alunos irão estudar.

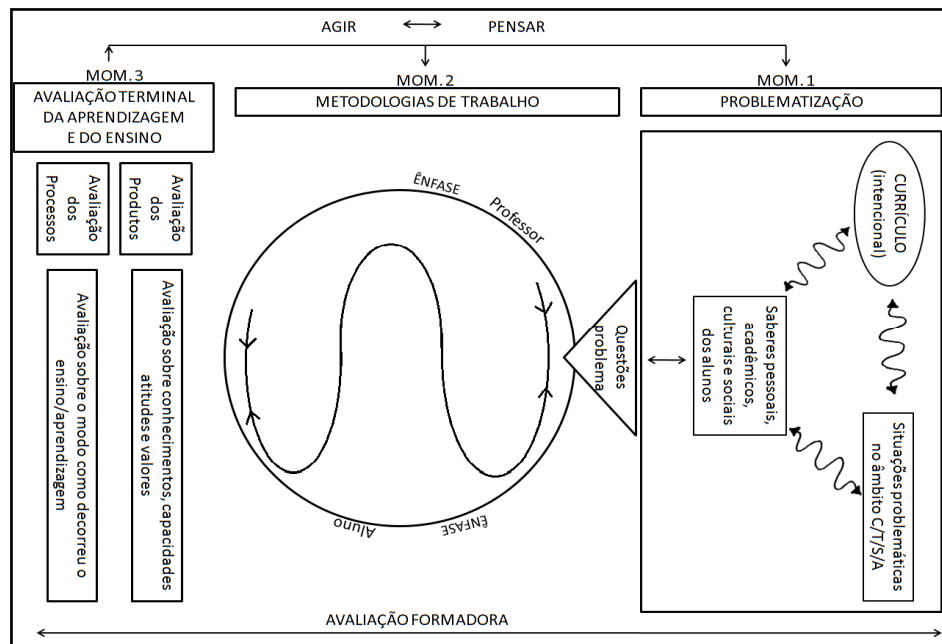


Figura 1: Momentos pedagógicos do Ensino por Pesquisa (Adaptado de CACHAPUZ, PRAIA & JORGE, 2002).

As “**Questões problema**” atuam como uma ponte para o segundo momento do Ensino por Pesquisa e possuem a função de instigar a preparação e o planejamento da pesquisa por parte dos alunos. O planejamento e as ações realizadas fazem parte do segundo momento denominado de “**Metodologias de trabalho**”. Nesse momento são buscadas, por diversos caminhos, as respostas para as questões problemas elaboradas anteriormente, baseadas em metodologias diferentes que ora se concentram mais na figura do professor ora se concentra mais nas atitudes e reflexões dos alunos.

O terceiro e último momento, “**Avaliação da aprendizagem e do ensino**”, possui o objetivo de avaliar se as respostas para as questões problema foram obtidas, se são adequadas ou não, além de averiguar e analisar os diferentes caminhos percorridos para a obtenção destas respostas. Trata-se de uma avaliação que reflete sobre os produtos obtidos durante a aprendizagem bem como os processos que foram utilizados até que se chegasse a esse resultado.

Assim, apresentados os pressupostos do EPP, evidenciam sua articulação com as preocupações dos autores deste texto, principalmente sendo, dessa forma, aqui empregada como referencial de análise das estratégias de ensino desenvolvidas no 2º ano do Ensino Médio.

Contexto da Pesquisa

As estratégias de ensino foram desenvolvidas junto a alunos do 2º ano do Ensino Médio do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação (CEPAE), vinculada à Universidade Federal de Goiás (UFG), localizada no campus II no município de Goiânia. A escola possui duas turmas de 2º ano, sendo que 28 alunos compõem a turma “A” e 28 alunos compõem a turma “B”. Estas turmas possuem alunos com faixa etária entre 15 e 18 anos, provenientes das mais variadas regiões da cidade e inclusive de cidades vizinhas. A instituição, por sua vez, atende cerca de 700 alunos nos ensinos fundamental e médio, sendo que o processo de ingresso se dá por meio de sorteio, o que permite o acesso a todas as classes sociais.

Essa pesquisa foi elaborada reunindo em um trabalho articulado: o professor de Física da escola, que leciona nas referidas turmas, o pesquisador acadêmico da área de ensino de

ciências da universidade e um aluno de graduação, em sua formação inicial, cursando Física-Licenciatura. Atuando os três em conjunto, visou-se a alfabetização científica e crítica dos alunos acerca de temas que abordem a Ciência e Tecnologia, em questões de caráter sócio-histórico e ambiental. Deste modo, foi proposto aos alunos atividades na forma de pesquisa, a respeito de temas pré-determinados, ligados ao espectro eletromagnético, os quais seguiam os pressupostos do movimento CTSA e contemplavam a matéria trabalhada em sala de aula, a história da Ciência e da Tecnologia, impactos ambientais e sociais do uso da tecnologia e dos conceitos físicos ligados à radiação eletromagnética. Ao findar da pesquisa foi realizado um debate onde os alunos puderam expor idéias, argumentar, problematizar e, assim, desenvolver um raciocínio crítico quanto às relações entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Levantamentos preliminares

Inicialmente os alunos responderam um questionário que visava identificar as relações que eles estabeleciam com os conteúdos estudados e a visão que possuíam sobre as relações CTSA. A análise desses questionários, de acordo com categorias elaboradas a partir das respostas dos alunos (RIBEIRO, GENOVESE & COLHERINHAS, 2011), sinalizou a necessidade de aprofundamento sobre os assuntos relacionados à Ciência e a Tecnologia, bem como ambos se relacionam com a Sociedade e o Meio Ambiente. Os dados aqui expostos, são decorrentes da ampliação da amostra investigada anteriormente, que incorpora todos os alunos envolvidos na atividade, reforçam a necessidade inicial de se trabalhar tais assuntos com os alunos. A Tabela 1 mostra a distribuição dos alunos de acordo com as categorias expressas em suas respostas sobre a *Dimensão Ciência*.

Categoria	Subcategorias	Nº de alunos	Percentual
Posicionamento	Fora	21	37%
	Dentro	30	55%
Não se enquadraram nas categorias/Não responderam		5	8%
Apropriação	Dominado	30	55%
	Domina	10	17%
Não se enquadraram nas categorias/Não responderam		16	28%

Tabela 1: Distribuição dos alunos segundo as categorias de análise da Dimensão Ciência.

Muitos alunos demonstraram em suas respostas que consideram a Ciência, mais especificamente a Física, como algo que faz parte de suas vidas, sendo classificados na categoria “Posicionamento”, localizados na subcategoria “Dentro”, e que assim conseguem percebê-la atuando em seu cotidiano. Entretanto uma peculiaridade identificada é que a maioria dos alunos se sente dominados pela ciência, a vêem como algo que atua em suas vidas e não como algo que pode ser usado e entendido por eles para o próprio benefício.

De acordo com a Tabela 2, que mostra a distribuição dos alunos de acordo com as categorias expressas em suas respostas sobre a *Dimensão Tecnologia*, as categorias expressas nas respostas dos alunos pesquisados evidenciam que grande parte deles possui uma visão simplista e superficial, uma vez que 73% dos mesmos vêem a tecnologia apenas como um mero “artefato” (Somente Material); e, ainda, a vêem apenas como produtora de benefícios e não considerando, ou não percebendo aspectos prejudiciais de algumas tecnologias no ambiente e na sociedade (83% - Somente Benefícios).

Categorias	Subcategorias	Nº de alunos	Percentual
Representação	Somente Material	42	73%
	Material/não material	10	17%
Não se enquadraram nas categorias/Não responderam		6	10%
Utilização	Somente Benefícios	46	83%
	Benefícios/malefícios	6	10%
Não se enquadraram nas categorias/Não responderam		4	7%

Tabela 2: Distribuição dos alunos segundo as categorias de análise da Dimensão Tecnologia.

Contudo, a visão apresentada por eles sobre as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, mostra que a maior parte dos alunos vê a atuação da Ciência e da Tecnologia de forma acrítica (vide Tabela 3), muitas vezes bastante idealizada. Nota-se nas respostas diversas características do chamado “modelo linear de desenvolvimento” (+ ciência = + tecnologia = + riqueza = + bem-estar social) e do “Mito do benefício infinito” que se referem ao desenvolvimento científico – tecnológico resultando obrigatoriamente em benefícios sociais (BAZZO, LINSINGEN & PEREIRA, 2003).

Categorias	Subcategorias	Nº de alunos	Percentual
Visão das relações CTS	Visão Acrítica	48	85%
	Visão Crítica	5	8%
Não se enquadraram nas categorias/Não responderam		3	7%

Tabela 3: Distribuição dos alunos segundo as categorias de análise da Dimensão Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Logo, as atividades trabalhadas ao longo do projeto visaram minimizar muitas das concepções superficiais e equivocadas apresentadas pelos alunos. Ações estas que serão discutidas a seguir.

Ações Trabalhadas e Análise

As atividades tiveram o objetivo, num primeiro momento, de envolver os alunos numa pesquisa sobre vários temas acerca de diferentes aparelhos tecnológicos que fazem uso do conceito de radiação eletromagnética. Para tanto, foi proposta a escolha de temas sobre o espectro eletromagnético cujos alunos tivessem contato, seja por via escolar, por meios de comunicação e informação, ou pelo seu uso cotidiano, e que tivessem articulação com o conteúdo do programa curricular do 2º Ano do Ensino Médio - Óptica e Ondas, demandada pelo professor de Física. Logo, os temas de pesquisa selecionados foram: 1) Rádio AM/FM; 2) Televisão analógica e digital; 3) Forno microondas; 4) Radar de aviões; 5) Telefone celular; 6) Visão noturna (infravermelho); 7) Cinema 3D; 8) Telescópio; 9) Microscópio; 10) Câmera fotográfica e filmadora; 11) Aparelho de Raios X; 12) Radioterapia com radiação gama. Esses temas foram sorteados entre doze grupos, com cerca de cinco integrantes cada um, formados pelos alunos das duas turmas, sendo seis grupos em cada turma.

Assim, após sorteados os temas, os alunos deveriam pesquisar, relacionar e discutir o tema proposto sobre os seguintes aspectos: a) História da Ciência; b) Contextos sociais c) Impactos sócio-ambientais; e d) Ligação entre o conteúdo do trabalho com o que é ensinado em sala de aula.

Todo este trabalho junto aos alunos foi realizado ao longo do segundo semestre do ano de 2010. Esse período de pesquisa teve duração de aproximadamente um semestre. Durante esse tempo foram agendados momentos de discussão e orientação, em horários distintos do horário

regular de aula. Estes encontros estratégicos serviram para estimular e nortear a pesquisa dos grupos e principalmente filtrar o conteúdo abordado e as fontes de consultadas. Como exemplo citamos o caso do grupo 7 cujo tema de pesquisa era “Cinema 3D”. O grupo obteve relevantes informações, contando com ilustrações detalhadas e explicações exclusivamente qualitativas sobre as ideias principais a respeito do assunto, logo uma abordagem mais física para o tema também foi sugerido para o grupo, envolvendo o fenômeno da polarização da luz. Estes encontros foram focados também em discussões sobre a maneira de como abordar e o que pesquisar a respeito do tema, sobretudo acerca das relações CTSA, os quais os alunos demonstravam ter várias dúvidas. Discussões essas resultaram em aprofundamentos nas pesquisas de vários grupos como, por exemplo, a do grupo 8 cujo tema “Telescópio” permitiu uma interessante abordagem ao chamado “lixo espacial”, contando com um relato sobre os planos da conhecida Agência Espacial Norte-Americana, a NASA, a respeito da desativação do *Telescópio Hubble*.

Devido às características, esse momento, do processo de pesquisa e discussão dos temas propostos para a elaboração de um texto de pesquisa, se enquadra segundo a teoria de Cachapuz, Praia & Jorge (2002) no 2º momento do Ensino por Pesquisa: “Metodologias de trabalho”, uma vez que, como ilustrado na Figura 1, as estratégias de ação oscilaram entre atividades centradas nas ações dos professores (do CEPAE e universitário) e do licenciando, e nas atividades centradas nas ações dos alunos. As ações ficaram mais centradas nos professores principalmente durante as estratégias de seleção de temas, nas escolhas dos assuntos e tópicos a serem discutidos durante a pesquisa, no questionamento de erros e contradições das informações encontradas pelos alunos. Entretanto, os alunos também participaram ativamente desse momento com ações em torno da escolha de estratégias, de fontes de pesquisa, discussão dos temas, dos conceitos científicos e impactos sociais associados aos aparatos tecnológicos, etc.

Percebe-se durante essa etapa a importância de temas ligados ao cotidiano do aluno, sobretudo como uma forma de buscar a motivação dos alunos durante o ensino/aprendizagem (CACHAPUZ, PRAIA, JORGE & 2002). O significativo envolvimento deles, desde o momento inicial, ou seja, o sorteio pode ser ilustrado no seguinte trecho das Notas de campo:

“Depois de terminado de expor à turma os objetivos do projeto, li com eles todos os temas que seriam sorteados para a realização do trabalho. Nesse momento escutei conversas de alguns alunos conversando entre si: ‘Eu quero cinema 3-D!’, ‘Escolhe visão noturna!’. Nesse momento frisei com a turma que a escolha dos temas seria por sorteio...”

E após sorteados os temas:

“E após ter retirado o papel, o aluno 13, em tom de comemoração, avisa aos integrantes do seu grupo que o temas deles seria o aparelho de Raios X.”

Durante o processo de pesquisa, foi solicitado aos alunos que registrassem todas as etapas, além das reuniões de grupo, coletas de informações e demais eventos relacionados, em Diários de Aprendizagem (GENOVEZ, 2005). O uso desses Diários foi muito importante para registrar de que maneira os alunos reagiram à proposta, como ocorreu o desenvolvimento do trabalho, podendo ajudar na identificação de eventuais falhas na didática utilizada e quais foram às conclusões e de que modo cada grupo avançou quanto ao seu entendimento sobre as relações CTSA. Este último fica mais evidente nos relatos extraídos dos Diários de alguns grupos que sinalizam uma mudança na postura em relação à constituição e desenvolvimento do trabalho científico:

“A primeira parte do trabalho, pesquisei sobre a história de origem da fotografia, levando-me a aprender que este foi um processo que se deu ao longo

de séculos, tendo a presença de diversos nomes na criação, e não foi algo inventado individualmente; com o passar do tempo foi-se acrescentando diversas pesquisas e descobertas, o que proporcionou grande evolução até os dias de hoje.” (grupo 10)

Os comentários apresentados nesse trecho do Diário sinalizam uma aparente mudança nas concepções dos alunos do grupo 10 que, inicialmente viam a ciência, sobre tudo a Física, como “obras de gênios isolados” típico de uma visão individualista e elitista da ciência (PÉREZ et. al. 2001) e que passam a ver a ciência como algo fundado numa construção coletiva e de cooperação.

Outros Diários sinalizam para a percepção dos alunos sobre a influência das demandas sociais nas produções científico-tecnológicas, outro aspecto abordado pela temática CTSA. Como exemplo, citamos o relato do Grupo 5:

“...tudo que aprendi foi de grande valor e suma importância, não só no aprendizado [...] mas também levando-se bastante em conta nossa sociedade e meio ambiente que tem relações com os avanços tecnológicos maiores do que se imagina...”

Outros grupos especificam mais as necessidades sociais que levaram ao desenvolvimento dos artefatos tecnológico como, por exemplo, as necessidades e os usos militares:

“Ela (a visão noturna) foi criada e usada primeiramente pelos soldados que viviam em constantes lutas e guerras. O fato de poder ver a noite garantia uma maior segurança para os soldados.” (grupo 6)

Debate entre os alunos

Depois de concluída a etapa da pesquisa sobre os artefatos tecnológicos, foi sorteado um grupo de cada turma, a fim de estabelecer os temas para a realização do debate. Os grupos sorteados foram: o grupo 9 – Microscópio; e o grupo 11 – Aparelho de Raios X. Os demais grupos atuaram neste evento como um bloco único de árbitros, avaliando as respostas, comentando-as ou levantando novos questionamentos sobre as questões abordadas.

O evento ocorreu no miniauditório das dependências do Instituto de Física-UFG, onde estiveram reunidas as duas turmas do 2º ano envolvidas no projeto, no dia 26 de novembro de 2010, às 14 horas. Dos 56 alunos que estiveram participando ao longo do semestre, estavam presentes 54 alunos e o debate foi registrado com o auxílio de uma câmera filmadora e três gravadores de áudio. Conforme havia sido decidido pelos alunos, o debate iniciou com uma breve apresentação dos temas estudados por cada grupo.

O grupo 11 iniciou sua apresentação e, nesse momento, o que chamou mais a atenção dos alunos, a respeito do tema “Raios X”, foi o fato da velocidade com que essa técnica foi repassada e aplicada à sociedade – principalmente na área da medicina – com pouquíssimos conhecimentos científicos estabelecidos na época, a respeito de sua origem, composição e, principalmente, suas reações nos seres humanos. O grupo relatou fatos como a utilização dos raios X em máquinas públicas de fotografias (como as convencionais máquinas de refrigerantes) no início do século XX. Assim, como nesse, todos os argumentos empregados pelos alunos possuíam aspectos dos estudos CTSA, mais precisamente quando comentavam sobre os riscos de um uso irresponsável e não regulado de recursos científico-tecnológicos, o que destaca, por sua vez, a necessidade de se desenvolver tratamentos mais éticos e filosóficos à produção e os usos da Ciência e Tecnologia para não correr o risco de ambas serem prejudicadas ou mesmo

vitimadas em decorrência de seu próprio sucesso (CACHAPUZ, PRAIA, JORGE & 2002, p. 29).

O grupo 9 fez um breve resumo sobre o surgimento do microscópio, sua utilização nas ciências biológicas e sobre o funcionamento do microscópio óptico, mostrando um esquema formado de duas lentes convergentes, evidenciando uma forte influência das aulas regulares de Física em sua apresentação, bastante característico do Ensino por Transmissão demonstrando conteúdos estritamente instrucionais baseados em simplificações da realidade a fim de se isolar determinadas variáveis (CACHAPUZ, PRAIA, JORGE & 2002), não se preocupando em descrever o funcionamento de demais modelos eletrônicos, acústicos, de varredura e de tunelamento, ou mesmo levantar algum problema social por eles causados. Estes apenas foram mencionados e descritos, rapidamente e superficialmente, no trabalho e na apresentação.

Durante o debate algumas questões de interesse dos alunos foram feitas aos grupos, com uma atenção maior dada ao assunto dos Raios X. Uma das questões levantadas foi sobre os seus efeitos no corpo humano –

“Essas pessoas que perderam as mãos... o que aconteceu para fazer com que elas perdessem as mãos? E se a gente quando tira Raios-X, se tem algum risco, se o efeito da radiação é cumulativo?” (aluno 5)

– após algumas tentativas de resposta pelo grupo 11, um de seus integrantes responde –

“Tipo, o Raio X... a vibração dele é muito intensa, ela é muito forte, ‘aí’, quando ele entra na pele, ele atravessa a célula, acontece umas quebras do DNA que atrapalha todo o corpo, ‘aí’, acontece da morte do tecido, causa câncer, vários problemas...” (aluno 15)

– e logo depois um colega do mesmo grupo completou a resposta –

“Igual ele falou no começo lá... os primeiros a vim os sintomas nas mãos foram os operadores mesmo das máquinas... que era mais mesmo do não conhecimento, ‘né’, e porque eles eram aqueles que, como eles manuseavam, a exposição deles era mais repetitiva” (aluno 12).

Nota-se nesse momento que os alunos, de forma coletiva, estão construindo conhecimento, e que, aos poucos, por meio de diálogo, caminham para respostas mais elaboradas. Temos nesse trecho da discussão e em outras partes do debate, um ponto que causa muita curiosidade e que estão diretamente ligados às questões CTSA: os impactos na sociedade e principalmente os impactos à saúde e em que casos há realmente risco de danos negativos.

Em outro momento, foi perguntado ao grupo 11 –

“Por que a gente não pode usar objetos de metal quando vai tirar Raios-X?” (aluno 7)

– nesse instante os integrantes do grupo 11 ficaram em dúvida, sem saber realmente o que responder. Uma tentativa de resposta foi apresentada pelo grupo –

“Eu acho que é porque o Raio X... ele é eletro-positivo, ‘aí’, ele atrai...” (aluno 13)

– logo o assunto gerou pequenas discussões na turma toda, devido à falta de precisão, clareza ou mesmo sentido na resposta do aluno 13 –

“Por que quem tem placa no corpo tira Raios-X?” (aluno 5)

“Eu tive que fazer uma cirurgia no joelho... e eu tenho um pino... um parafuso no meu joelho e é um metal... e eu faço Raios-X” (aluno 3)

– logo os alunos começam a conversar sobre o assunto e, alguns como o aluno 3, relataram experiências que tiveram em sua vida e que contrariavam as afirmações e tentativas de resposta até então sugeridas. Levando em consideração a apresentação inicial do grupo 11, sobre a formação da imagem na chapa pelos raios-X, e os recentes relatos dos colegas de classe, novos comentários surgiram –

“Eu acho que o principal motivo não é esse, é porque a radiação ela entra no nosso corpo e ela... tipo assim, grava na chapa, e ela não atravessa o osso e, assim como ela não atravessa o osso, ela não atravessa o metal e você não vê o que está por baixo daquela chapa de metal” (aluno 6).

A partir da análise das falas acima, nota-se que o diálogo entre os alunos, expondo a sua visão particular do problema, provenientes de experiências em suas vidas, foi bastante importante. Desde a elaboração do breve problema inicial, as tentativas de se formular uma hipótese, os questionamentos em torno desta hipótese formulada, evidências e/ou eventuais falhas nas tentativas de resposta, e, a partir de uma construção que se deu coletivamente, chegaram a uma resposta que preencheria as lacunas expostas durante os questionamentos, até chegarem a um consenso entre eles. Situação que expõe um dos objetivos do EPP: levar os alunos a uma reflexão crítica sobre os problemas levantados. Ao considerar as informações provenientes do cotidiano dos alunos proporcionou-se um ambiente motivador de aprendizagem proporcionando a construção de conceitos, valores e atitudes.

Foram debatidas também questões de caráter ambiental e, em particular, a contaminação ocorrida em Goiânia, no ano de 1987, com uma cápsula contendo céscio-137, encontrado em um aparelho de Raios X abandonado, em um antigo hospital desativado que havia na cidade (IAEA, 1988). Apesar do fato dos estudantes não serem nascidos na época do acidente, o assunto, de tempos em tempos, ainda permeia os meios de comunicação e informação locais, e costuma ser mencionado nas escolas, geralmente nas aulas de química, quando trabalhados temas como radioatividade. Logo, essas alusões de diferentes fontes ao tema, causam de certa forma, uma “curiosidade mal-saciada” acerca do assunto, que os alunos vem carregando consigo e que, nitidamente, contribuiu para a mobilização de toda a turma sobre as discussões do fenômeno dos Raios-X.

Algo que não ocorreu da mesma forma com o assunto sobre o aparelho microscópio. Para o grupo 9 eram feitos questionamentos mais técnicos, como “Quais são os tipos de microscópios que existem?” ou “Quais são os princípios e fenômenos envolvidos em cada um deles?”, ou ainda “Em qual área da ciência o microscópio possui maior utilidade?”. A atenção da turma estava mais voltada para as principais diferenças entre as imagens obtidas pelos variados tipos aparelhos sem que surgissem questões em torno de temáticas sócio-ambientais. Esse fato evidencia a importância do uso de temas problemáticos ou controversos como uma forma de motivação intrínseca dos alunos, proporcionando um maior interesse e envolvimento dos mesmos pelo processo, sendo essa uma das mais importantes e relevantes prerrogativas do EPP (CACHAPUZ, PRAIA & JORGE, 2002).

Os elementos percebidos durante o debate o caracterizam, segundo os momentos do EPP (CACHAPUZ, PRAIA & JORGE, 2002) como sendo a “Problematização”, pois gerou maior motivação e problematização por parte dos alunos. Assim deveria consistir num primeiro momento das atividades do projeto. Entretanto, ao ser realizado como um momento posterior, ao que deveria ter sido, o segundo momento em nosso projeto (que consiste em todo o processo de pesquisa e exploração dos temas, feito pelos alunos com ajuda do professor e o licenciando –

Metodologias de trabalho) não se teve uma motivação ideal logo de início e, portanto, uma mobilização mais efetiva dos alunos em torno dos temas. Motivação essa evidente ao fim do debate e que, por este ter acontecido próximo ao fim do projeto, não serviu como catalisador da aprendizagem durante o longo processo de pesquisa. Porém, é importante salientar que pelo fato do debate e as problematizações serem feitas coletivamente, terem ocorrido após o processo de pesquisa realizado pelos alunos, permitiu que eles participassem do debate com maior e melhor qualidade de informações e saberes a respeito dos diversos temas trabalhados, o que proporcionou a construção de conhecimentos no decorrer dos diálogos durante essa etapa, tornando a discussão dos alunos bastante produtiva e relativamente independente de direcionamentos realizados pelos pesquisadores, ou seja, os alunos tiveram relativa autonomia na construção desses conhecimentos durante essa etapa final do projeto.

Considerações finais

Das concepções que foram expressas inicialmente pelos alunos, percebe-se claramente um significativo avanço na forma de perceber a atividade científica e tecnológica, bem como as relações estreitas que ambas possuem entre si e suas características mais marcantes quanto produtos estritamente culturais, que possuem um *locus* social e, portanto, modificam e são modificados pelo espaço social em que estão inseridos. Não está se falando aqui que a estratégia adotada foi capaz, ao longo de pouco mais de um semestre, de alterar completamente, ou mesmo causar grandes rupturas, em toda uma visão de Ciência e Tecnologia, intensamente pregada e disseminada nos currículos regulares das escolas brasileiras, ou mesmo nas diversas mídias que permeiam a vida dos alunos. Acredita-se que tal objetivo não se concretiza ao longo de meses ou mesmo um ano, mas sim através de um trabalho que deveria estar presente em toda a trajetória escolar das crianças e dos jovens. Entretanto, apesar do pouco tempo trabalhado com eles, esta experiência foi capaz de “abrir-lhes os olhos” a questões que eles, por uma cegueira causada pelo currículo e pela forma tradicional do ensino por transmissão que dão espaço e alimentam concepções como o “mito do benefício infinito” e ao “modelo linear de desenvolvimento” (BAZZO, 2003), ainda não haviam se feito.

Portanto, a atividade investigativa pautada em pressupostos CTSA foi capaz de estabelecer um ambiente no qual os alunos tiveram a oportunidade construir e desenvolver conhecimentos em, sobre e o modo de fazer ciência por meio de discussões, elaboração de argumentos e problematizações que exigiam pensamentos e raciocínios críticos com alto valor cognitivo que, de certa forma, aproximou-os de uma visão mais abrangente, crítica e verdadeira da construção do conhecimento científico e das relações que ele estabelece com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade e o meio ambiente. Tais avanços sinalizam para a viabilidade de se trabalhar tal abordagem em sala de aula, lembrando, é claro, que adequações à perspectiva do Ensino por Pesquisa devem ser realizadas pelos professores, licenciandos e pesquisadores que venham empregar tal proposta.

Referências

- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 01, n. especial, 2007.
- BAZZO, W. A.; LINSINGEN, I.V.; PEREIRA, L. T. V. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero - América**. Madri: Organização dos Estados Ibero-Americanos. 2003.

- BERNARDO, J. R. R.; VIANNA, D. M.; FONTOURA, E. A. Produção e consumo da energia elétrica: a construção de uma proposta baseada no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). **Ciência & Ensino**, v. 01, n. especial, 2007.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto, 1994.
- CACHAPUZ, A. F. Investigação em didáctica das Ciências em Portugal um balanço crítico. In: PIMENTA, S. G. **Didática e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal**. São Paulo: Cortez Editora, 2000.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, Educação em Ciência e Ensino de Ciências**. Lisboa: Ministério da Educação. 2002.
- CARLETTO, M. R.; PINHEIRO, N. A. M. Subsídios para uma prática pedagógica transformadora: contribuições do enfoque CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, p. 507-525, 2010.
- FOUREZ, G. CRISE NO ENSINO DE CIÊNCIAS? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- DELIZOICOV, D. **Ensino de Física-conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2001
- DELIZOICOV, D; Resultados da pesquisa em Ensino de Ciências: comunicação ou extensão? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3. 2005.
- GENOVEZ, L. G. R. Diário de Aprendizagem: construção, categorização e considerações. **Atas do XVI SNEF- Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Rio de Janeiro. 2005.
- GÜNTER, H. Como Elaborar um Questionário. **Planejamento de Pesquisas nas Ciências Sociais**, n. 01, Laboratório de Psicologia Ambiental, UnB. Brasília. 2003.
- IAEA. **The Radiological Accident In Goiania**. Vienna. 1988.
- MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia de Pesquisa para o Professor Pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A. 2006.
- MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Ed. UFMG. 2000.
- PÉREZ, D. G. et. al. Para Uma Imagem Não Deformada do Trabalho Científico. **Revista Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153. Bauru. 2001.
- PÉREZ, D. G. Tres paradigmas basicos en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza De Las Ciências**, v. 1,n. 1, p. 26-33. Espanha. 1983.
- PÉREZ, D. G. CARRASCOSA, J.; Bringing Pupils' Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching. **Science Education**, v. 78, n. 3, p. 301-315. EUA. 1994.
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia E Sociedade: A Relevância Do Enfoque CTS Para O Contexto Do Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.
- POSNER, G. J. et al; Accommodation of Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211-227. EUA. 1982.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico**. Porto Alegre: Artmed Editora. 2009.

RIBEIRO, T. V.; GENOVESE, L. G. R.; COLHERINHAS, G. Concepções de estudantes do Ensino Médio sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Atas do XIX SNEF-Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Manaus. 2011.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: Obstáculos E Possibilidades Para Sua Implementação No Contexto Escolar. **Ciência & Ensino**, v. 01, n. especial, 2007.

RIOS, E.; SOLBES, J. Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, 2007.

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, n. 02, 2002.

STRIKE, K. A.; POSNER, G. J. Conceptual change and science teaching. **European Journal of Science Education**, v. 4, n. 3, p. 231-240, 1982.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 01, n. especial, 2007.