

Geração de energia em larga escala por usinas termelétricas: uma questão sociocientífica no ensino de física

Production of electrical energy on a large scale by thermoelectric: a socio-scientific question in physics teaching

¹ João Carlos Borges

¹ Solange de Almeida Da Boit Presa

¹ Samuel Costa samuel.costa@ifsc.edu.br

RESUMO

As questões sociocientíficas têm sido recomendadas para currículos com o enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade visando à formação crítica do cidadão. Essa pesquisa tem por objetivo discutir a potencialidade do uso de questões sociocientíficas no ensino de Física frente ao tema da produção de energia elétrica em larga escala. Para tanto, foi elaborada uma Sequência Didática utilizando aula de campo e a produção de vídeos. Procuramos, neste artigo, analisar atitudes e posicionamentos de alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública brasileira frente ao tema da produção de energia elétrica em larga escala e eles são capazes de reconhecer e compreender algumas controvérsias relacionadas com essa temática. As análises indicam que a abordagem de questões sociocientíficas possui um potencial considerável para a tomada de decisão e no desenvolvimento de pensamento crítico dos alunos. O trabalho com questões sociocientíficas também exige planejamento do ensino e ações bem sustentadas, assim como a participação ativa do professor.

Palavras-chave: Ensino de física. Questões ambientais. Produção de energia elétrica em larga escala.

ABSTRACT

The socio-scientific issues have been recommended for curricula focused on Science, Technology and Society with the aim of promoting a critical education of citizens. This research aims to discuss the potential use of socio-scientific issues in the physics teaching regarding the production of electrical energy on a large scale. For this purpose, was prepared a didactic sequence using field class and the production of videos. This research explored whether High School students recognized and understood controversies regarding the production of electrical energy on a large scale. The data were obtained 3rd grade High School classrooms from a Brazilian public school. Analyses found that dealing with social-scientific issues has a considerable potential for the teaching practice in terms of decisionmaking and developing critical thinking by students. Teaching with the use of social-scientific issues also requires planning and well-sustained actions as well as the active participation of the teacher.

Keywords: *Physics teaching. Environmental issues. Electrical energy production.*

1 INTRODUÇÃO

O ensino de física na Educação Básica tem sido alvo de críticas, principalmente por valorizar a memorização de conceitos e a descrição matemática dos fenômenos. Além disso, a falta de discussão e contextualização dos conceitos com o cotidiano (PIETROCOLA, 2005), a utilização de recursos e metodologias de ensino consideradas ultrapassadas e o uso de fórmulas muitas vezes descontextualizadas, são outros pontos de críticas.

Os referidos fatores contribuem para que as aulas de física não sejam atraentes para manter a atenção do aluno, conduzindo para a falta de motivação e interesse dos alunos em estudar e aprender física (RICARDO, 2010). Assim, o ensino de física se torna um grande desafio ao docente, de forma a superar os obstáculos encontrados.

Como forma de superar a situação descrita as aulas de física devem procurar relacionar os fatos físicos com o cotidiano do aluno, privilegiando a situações de aprendizagem a partir de experiências significativas (ASSIS et al., 2012). Isso deve ocorrer antes mesmo da apresentação de modelos abstratos e das teorias, uma vez que ao entrar na escola o aluno já possui conhecimentos básicos cotidianos inerentes à física (ANDRADE JUNIOR; DANTAS; NOBRE, 2010). Dessa forma, ao se vincular os conhecimentos apresentados na escola com os existentes na estrutura cognitiva do aluno há a possibilidade de tornar a aprendizagem significativa (ASSIS et al., 2012) e de facilitar a percepção da importância da Ciência e da Tecnologia na sociedade.

Nesse viés, Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), Auler (2007) e Santos (2007) defendem que o ensino de Ciência da Natureza a partir da compreensão da importância social da C&T subsidia a formação cidadã a partir da possibilidade de tomadas de decisão. A partir disso, conforme os autores há a possibilidade de propiciar a alfabetização científica e tecnológica (ACT) dos indivíduos em formação. Para tanto, alguns autores (e.g. SANTOS; MORTIMER, 2002; AULER; DELIZOICOV, 2006; SANTOS, 2007; BARBOSA; BAZZO, 2014) propõem como forma de propiciar a ACT a inserção do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no ensino de Física.

No contexto da Educação Básica o enfoque CTS deve ultrapassar a mera transmissão de conteúdos e teorias científicas e buscar um ensino munido de validade cultural (SANTOS, 2007) e crítico-reflexivo. Esse deve romper com a visão neutra da Ciência promovendo a criticidade e a consciência da eminente interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2002; AULER; DELIZOICOV, 2006). Assim, ao se planejar o ensino de física sob o enfoque CTS é importante que o docente promova o interesse dos alunos em relacionar a Ciência com aspectos tecnológicos e sociais, discuta as implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da C&T e propicie a compreensão da natureza da Ciência e do trabalho científico (AULER, 2007).

Como forma de facilitar à inserção do enfoque CTS a utilização de questões sociocientíficas (QSC) pode colaborar significativamente, uma vez que potencializa aprendizagem dos conteúdos, dos processos e da compreensão da natureza da Ciência e da Tecnologia (REIS; GALVÃO, 2008; GALVÃO; REIS; FREIRE, 2011; MARTÍNEZ PÉREZ; CARVALHO, 2012; MENDES; SANTOS, 2013). Isso se justifica pelo fato dessas questões serem dilemas sociais relacionados com conhecimentos científicos atuais (MARTÍNEZ PÉREZ; CARVALHO, 2012) e que assim, favorecem a formação cidadã a partir do desenvolvimento de valores e atitudes relacionadas às questões sociais, econômicas e éticas (MENDES; SANTOS, 2013).

No contexto da abordagem de QSC no ensino de física a temática “Produção de energia elétrica em larga escala” oferece diferentes oportunidades de contextualização no Ensino Básico (REIS; SILVEIRA, 2000; SILVA; CARVALHO, 2002; 2006; PRESTES; SILVA, 2009). Esse tema possibilita trabalhar aspectos sociocientíficos relacionados com as dimensões CTS a partir do debate sobre os meios de produção e transformação energética, imbuído de aspectos científicos, tecnológicos, econômicos, sociais, políticos, ambientais e histórico-culturais (SILVA; CARVALHO, 2002; 2006; PRESTES; SILVA, 2009).

Dentre os meios de produção de energia elétrica em larga escala e que suscitam discussões de cunho sociocientífico estão às usinas termelétricas. Essas se caracterizam como controversas, pois conforme destaca Rosa (2007) algumas vezes poluem muito a atmosfera e geram energia de alto custo devido ao preço do combustível que utilizam. Em contrapartida, na matriz energética brasileira são importantes por garantir a segurança em ocasiões em que faltam chuvas que acarretam na diminuição da produção das hidrelétricas.

Sendo assim, essa investigação teve como objetivo analisar o potencial da utilização da QSC “Produção de energia em larga escala”, com enfoque na termelétrica, em aulas de física do Ensino Médio. Assim, nesse artigo foi priorizado o relato da realização de uma aula de campo em uma usina termelétrica a carvão mineral, com posterior produção de vídeos, como meio de debater a temática.

2 INÍCIO DA PROPOSTA

Essa atividade foi realizada em 2015 com 36 alunos matriculados na disciplina de física do 3º ano do Ensino Médio de uma escola básica estadual localizada no município de Araranguá (SC). As ações foram desenvolvidas em conjunto com o professor regente da disciplina como atividades inerentes ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), do curso de Licenciatura em Física de uma instituição federal da mesma cidade.

Inicialmente o professor solicitou que os “pibidianos” selecionassem experimentos relacionados ao conteúdo de “Eletricidade”, que seria posteriormente abordado junto aos alunos da turma investigada. Após a seleção eles foram apresentados ao docente, que fez as adaptações necessárias para a utilização em aula.

Na etapa seguinte o professor iniciou a abordagem do conteúdo junto a turma por meio da seguinte questão: “O que faz o chuveiro, o forno de micro-ondas e a o secador de cabelo funcionar?”. A partir dessa primeira abordagem foi realizado um debate no qual os alunos foram estimulados a manifestarem as concepções em relação ao tema. Nesse momento, ficou claro, que a maioria compreendia que os mais diversos eletrodomésticos só funcionavam à base de energia elétrica.

Corroborando Andrade Junior, Dantas e Nobre (2010) o tema “energia elétrica” faz parte do cotidiano dos alunos, sendo comum a existência de concepções alternativas acerca dele. Assim, isso deve ser considerado no momento da abordagem do conteúdo de eletricidade no Ensino Médio, a partir da mobilização do contexto social, econômico e cultural discente.

Em seguida foram demonstrados os experimentos selecionados (por exemplo, eletrização por atrito, corrente elétrica e efeito quente), objetivaram introduzir o conteúdo de eletricidade. Durante a demonstração os alunos foram questionados sobre os princípios de funcionamento dos experimentos, com intuito de fazê-los pensar a respeito de algumas ações diárias nas quais a energia elétrica está presente.

Demonstrados e discutidos os experimentos, nas quatro aulas seguintes o professor explicou os conceitos físicos sobre eletricidade. Para tanto, utilizou como recursos didáticos *slides*, vídeos e a resolução de exercícios sobre o tema.

Nas duas aulas seguintes os “pibidianos” organizaram sequências didáticas a respeito de geração de energia elétrica em larga escala. Nesse momento foram abordados temas como, energias renováveis e não renováveis, e a importância e versatilidade da energia elétrica produzida de diferentes maneiras.

Como forma de discutir a temática “geração de energia elétrica em larga escala” foram selecionados alguns textos de divulgação científica publicados em revistas do gênero que salientavam sobre as formas de

produção de energia elétrica, assim como os pontos positivos e negativos de cada uma delas. Para tanto, a turma foi dividida em oito grupos, sendo que para cada qual foi disponibilizado textos diferentes sobre cada forma de produção de energia elétrica em larga escala. Após, cada grupo leu, discutiu e refletiu sobre aquela forma de produzir energia e posteriormente socializou e discutiu com o grande grupo.

Nesse momento foi objetivado discutir as questões sociais, ambientais, econômicas e políticas envolvidas na produção de energia elétrica em larga escala. Com isso, pretendeu-se o posicionamento dos alunos a partir dos argumentos construídos para defender a forma de produção energética em relação à QSC em voga.

Na etapa seguinte foi planejada e realizada uma saída de campo que consistiu na visita a uma usina termelétrica, conforme discorrido na seção posterior.

3 SAÍDA DE CAMPO: VISITA À USINA TERMELÉTRICA

A saída de campo foi constituída de uma visita a uma usina termelétrica que trabalha com a geração e comercialização de energia elétrica a partir da queima de carvão mineral, localizada no sul de Santa Catarina.

Antes da saída de campo foi realizada na sala de aula a apresentação do roteiro, incluindo todas as atividades que seriam realizadas pelos alunos. Assim, nesse momento, foram apresentados os objetos e as ações da visita de estudo a partir de um roteiro pré-estabelecido. Conforme Marandino, Selles e Ferreira (2009) antes de qualquer saída de campo os discentes têm que ter clareza sobre os objetivos e das atividades que devem realizar durante a atividade, para que assim, todo o potencial da atividade seja explorado.

Nesse momento foi explicado que a saída de campo serviria para a compreensão dos processos de produção de energia elétrica em uma usina termoelétrica movida a carvão mineral, para posterior debate em sala de aula a partir da produção de um vídeo.

Dentre as ações que deveriam ser realizadas durante a aula foi solicitado que fotografassem e anotasse em um diário de campo as informações obtidas a partir das explicações do guia ou dos questionamentos realizados pelos colegas. Para a saída de campo os alunos foram organizados em oito grupos de três componentes em média e orientados a seguirem o roteiro previamente discutido na escola.

No caminho da Usina Termoelétrica, enquanto o ônibus se deslocava para a cidade destino, o professor regente de física retomou o tema “Geração de energia elétrica em larga escala”. Nesse momento os alunos interagiram entre si e com o professor, de forma que cada um expôs o que conhecia sobre usina termelétrica. À medida que cada colega argumentava surgiram dúvidas que instigaram os alunos a conhecer a usina.

Ao chegar à usina todos foram encaminhados para uma sala de recepção da empresa na qual receberam um lanche. Em seguida, foi realizada uma apresentação por meio de *slides* sobre a usina que versou desde a construção da usina, até a produção da energia elétrica a partir da queima de carvão mineral. Durante essa etapa, assim como as demais, ficou clara a intenção de mostrar a preocupação com as questões ambientais, destacando, por exemplo, a presença de filtros nas chaminés da usina, a preocupação com a acidificação da chuva, os laudos que os órgãos ambientais realizam periodicamente, entre outros.

Depois dessa conversa inicial foi iniciada a visita em alguns pontos que compunham a estrutura da usina. Inicialmente os alunos foram direcionados para uma grande maquete que reproduzia as estruturas da usina, na qual o guia enfatizou a existência das torres de resfriamento, a localização dos filtros de ar nas chaminés e a forma como a energia elétrica era produzida.

A seguir, os discentes foram direcionados para o parque ambiental construído pela empresa que administra a usina. Nesse local foi enfatizada a construção sobre um antigo local de deposição de resíduos carbonífero recuperado e a estrutura da área (espaço cultural, local para confraternização e espaço para a comunidade fazer atividades físicas).

Após, ocorreu à visita a dois projetos que estão sendo implementados pela empresa em parceria com uma universidade federal, constituídos por uma usina solar e uma torre eólica que funcionam em fase experimental.

Segundo o guia a usina solar é a maior em potência e tamanho em funcionamento no país. Foi explicado também que a luz solar, que é renovável, pode servir como fonte alternativa de geração de energia elétrica e que o Brasil possui grande potencial para esse tipo de geração de energia. Além disso, as células fotovoltaicas foram apresentadas aos alunos.

Como último ponto de parada foi visitado o horto florestal que a empresa mantém como meio de realizar a arborização de suas instalações. Nesse local foi apresentado o sistema de compostagem e a produção de mudas de árvores frutíferas e nativas, que são utilizadas no reflorestamento do parque ambiental.

É importante salientar que no decorrer da atividade os alunos fotografaram e filmaram cada local e espaço visitado. Além disso, à medida que a usina foi apresentada os alunos foram levantando novas informações, por meio de questionamentos relevantes que contribuíram significativamente.

A saída de campo serviu para que os alunos percebessem *in loco* a produção de energia elétrica pela termelétrica, por meio de questionamentos, registros de imagens e observações. Isso contribuiu para que o aluno construísse o próprio conhecimento, a partir da interação ativa durante a atividade de forma crítica e reflexiva.

4 VÍDEOS SOBRE A USINA TERMELÉTRICA E A PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM LARGA ESCALA

Após a saída de campo cada grupo recebeu a tarefa de produzir um vídeo, apresentando além da explicação a respeito de geração de energia a partir da usina visitada, imagens e filmagens das observações e ações realizadas durante toda a saída de campo. Além disso, foi solicitado que se posicionassem em relação a esse tipo de produção de energia elétrica.

A confecção de um vídeo para apresentação do observado na saída a campo e as considerações dos alunos foi escolhida por esse ser um dos recursos tecnológicos de grande aproveitamento por parte dos alunos. Além disso, no contexto escolar os vídeos contribuem de várias formas com o processo de ensino e aprendizagem como, por exemplo, para a motivação, para a ilustração de conceitos e experiências, para simular fenômenos que não são facilmente observáveis e como meio de informação (CORRÊA; CHAMBEL, 2004). Esses ainda são recursos que podem ser assistidos novamente (PEREIRA; BARROS, 2010) e favorecer a aproximação do ambiente escolar do cotidiano, das linguagens e dos códigos da sociedade (MORAN, 1995).

No tocante ao enfoque CTS, na visão de Barbosa e Bazzo (2014), os recursos audiovisuais possibilitam subsidiar em diferentes níveis de ensino as discussões sobre temas CTS. Para os autores isso ocorre pelo fato desses recursos didáticos “aguçarem os sentidos daqueles que os assistem por meio das imagens e sons [...] e [provocarem] emoções que desencadeiam um pensamento, uma reflexão” (p. 368). Porém, a utilização na Educação Básica necessita da adequação do referido recurso para a turma e no contexto da sequência didática implementada.

Em seguida, foram apresentados os parâmetros para a produção do vídeo e entregue um roteiro de como produzir material. Como parâmetros para a produção foram apresentados os seguintes: o vídeo deveria que ter no máximo quatro minutos de duração, poderia ser realizado no espaço da escola, como na sala de informática, e seriam disponibilizados os recursos tecnológicos, como câmeras e *notebooks*, para realização das filmagens e edições dos vídeos.

O editor de vídeo escolhido para a realização da atividade foi o *software Windows Movie Maker*, por ser intuitivo, de fácil utilização, permitir a construção de vídeos por meio de imagens, fotografias, outros vídeos, texto e áudio e a adição de efeitos de transição de imagens e textos personalizados (MENEZES *et al.*, 2008). Além de editor de vídeo esse *software* permite um suporte à criatividade individual e em grupo (SHNEIDERMAN, 2007).

No decorrer da confecção dos vídeos os alunos foram auxiliados pelos “pibidianos” e orientados pelo professor de física. Após o término, os vídeos foram encaminhados ao o último, que realizou a avaliação final e liberou para a apresentação e discussão na turma.

Os alunos produziram oito vídeos com duração média de dois minutos, sendo adequados para ser exibido em sala de aula, permitindo o debate e o estímulo às discussões frutíferas. Todos utilizaram imagens da saída a campo e retiradas na *internet*, em conjunto com as explicações, sendo que nenhum aluno apareceu explicando o material apresentado. A inserção de áudio apareceu em apenas um vídeo, na forma de uma música de fundo. Com exceção de um vídeo, os demais foram bem elaborados, apresentando boas sequências de cenas e criatividade em relação às ideias para a produção.

Os vídeos apresentaram as informações obtidas durante a visita à usina em conjunto com conceitos adicionais pesquisados em outras fontes. A gama de conceitos apresentados sugere que houve pesquisa em outras fontes para a compreensão daquela forma de produção de energia elétrica. Isso indica a disponibilidade dos alunos em buscar informações quando orientados e estimulados, contribuindo para a autonomia na direção de uma formação crítica.

A produção dos vídeos permitiu o estabelecimento de relações entre os conhecimentos abordados no momento da saída de campo, de forma a complementar de forma crítica o abordado. Assim, o planejamento e a elaboração dos vídeos, assim como a pesquisa na *internet*, proporcionaram um maior entendimento acerca do tema.

Mais especificamente em relação à confecção dos vídeos, dois grupos apresentaram dificuldades pelo pouco conhecimento da utilização do computador. Assim, essa atividade permitiu a familiarização com os recursos computacionais, contribuindo com o desenvolvimento e aperfeiçoamento de competências digitais, desde a busca e seleção de informação no *internet*, até o processo de confecções de vídeos.

As atividades foram realizadas de forma colaborativa, uma vez que permitiram o compartilhamento de saberes, pois nem todos sabiam, por exemplo, como utilizar as ferramentas de mídia, favorecendo a interação. A interação entre os discentes durante a produção do vídeo foi muito perceptível, o que contribuiu para maior sucesso da atividade proposta e para o aumento do interesse em desenvolver os vídeos.

No tocante a interação Shewbridge e Berge (2004) destacam que a construção de vídeos em grupo valoriza a interação social, a participação, a iniciativa dos alunos, promove o respeito à opinião do outro, assim como a corresponsabilidade. Além da colaboração, Kearney e Schuck (2006) assinalam que os vídeos digitais em sala de aula privilegiam a aprendizagem ativa, impulsionada pelo fato de as tecnologias fazerem parte da realidade da maioria dos alunos.

Na mesma direção, Shneiderman (2007) argumenta que esse tipo de atividade propicia a criatividade e novas formas de expressão, contribuindo com o processo de inovação e mudança no ensino de ciências. Além disso, Winnie (2010) destaca que outro fator relevante é o fato de a produção de vídeos pelos alunos oportunizar o processo de autoavaliação e de reflexão crítica acerca do material produzido.

Com relação à utilização das tecnologias da informação e comunicação no processo de ensino e aprendizagem, Sancho e Hernandes (2006) salientam que podem proporcionar uma educação crítica e independente, pois possibilitam a resolução de problemas, diferenciar e respeitar os demais, realizar o processo de comunicação de forma fácil e trabalhar em cooperação. Mais especificamente no ensino de física, Andrade Junior, Dantas e Nobre (2010) e Costa e Presa (2017) reforçam que as TICs contribuem com o maior interesse dos discentes para o aprendizado e com a motivação em construir o próprio conhecimento.

Nesse viés, a partir da produção dos vídeos os alunos puderam pensar em cada etapa desse processo de produção de energia, até chegar a casa, a escola e no próprio computador. A partir dessa atividade os alunos tiveram a oportunidade de repensar os hábitos, bem como, as atitudes, uma vez que vivenciaram cada estágio da produção energética na construção do recurso audiovisual.

Após o término da etapa de confecção dos vídeos, esses foram apresentados para a turma seguindo os seguintes passos: a turma foi organizada em círculo, para qual cada grupo apresentou o material produzido e posteriormente realizado a discussão e os principais pontos apresentados na produção.

A apresentação dos vídeos, seguida das discussões foram bastante produtiva, corroborando Silva e Carvalho (2006), que salientam que a temática em questão propicia um ambiente para discussões que tendem a conduzir para a reflexão.

Apesar das dificuldades encontradas por alguns alunos em se expor inicialmente, a maioria pareceu entusiasmado e envolvido com as discussões. Isso foi verificado por meio da participação ativa nas colocações e pelas respostas aos questionamentos que surgiram, fomentando assim, episódios de discussão. A partir dessas observações se acredita que a adoção da referida prática nas aulas de física deve ser considerada, por permitir o desenvolvimento da capacidade de interpretar, refletir e criticar sobre QSC, contribuindo com a formação de cidadãos capaz de tomarem decisões a partir de julgamentos morais, a partir da participação ativa do processo.

A participação ativa dos alunos é um dos princípios que diferenciam o currículo com enfoque CTS do tradicional (SANTOS; MORTIMER, 2002; LINSINGER, 2007). Para que isso ocorresse foram priorizadas situações que conduzissem a participarem das discussões e das atividades desenvolvidas, permitindo que expusessem conhecimentos, aspirações e posicionamentos. Com essa postura, a cada vídeo as discussões entre os alunos e desses com o professor se tornaram mais profícuas, viabilizando a integração entre o conhecimento científico e as experiências cotidianas.

No decorrer das apresentações dos vídeos os alunos tiveram que enfrentar críticas e questionamentos realizados pelos outros grupos. Esse fator desencadeou os processos de discussões sobre os benefícios e prejuízos causados pela formação de energia elétrica a partir do tipo de usina em questão. Dos oito grupos, três levantaram argumentos que qualificava a produção de energia elétrica por meio das termelétricas, alegando que esse meio é importante para a energia elétrica chegar até as residências, e que sem ela poderia haver um “apagão”.

Os demais grupos, como forma alternativa de produzir energia elétrica, consideram as duas outras formas vistas na saída a campo, ou seja, a eólica e a fotovoltaica, por serem menos poluentes. É importante salientar que mesmo recomendando as duas formas de produção de energia elétrica, quatro grupos ponderaram que mesmo sendo renováveis, essas ainda assim, podem causar danos ambientais, econômicos e sociais.

É importante salientar, que a partir dos vídeos e das discussões ficou evidente que os alunos perceberam que as termelétricas produzem energia com alto preço, devido ao combustível e que podem produzir alguns poluentes atmosféricos. Além disso, mesmo os que são contra a esse meio de produzir energia elétrica, e sugeriram as energias eólicas e fotovoltaicas como alternativas, compreendem que essas possuem algum nível de efeito negativo sobre o meio ambiente, mesmo que em níveis mais baixos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS: POSSÍVEIS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA

A proposta de abordar a produção de energia elétrica em larga escala a partir da termelétrica propiciou trabalhar aspectos conceituais sobre os pontos positivos e negativos desse tipo de usina. A realização de uma saída de campo seguida da produção de vídeos permitiu vivenciar e verificar a produção de energia em uma termelétrica, fomentando a discussão e a reflexão sobre os aspectos controversos dessa forma de produção de energia elétrica, que está presente na região na qual estão inseridos os discentes.

Além dos avanços empreendidos em relação ao domínio de conceitos, a saída de campo e a produção do vídeo evidenciou também um avanço no estabelecimento das relações CTS. Isso ficou claro a partir do momento que eles identificaram as causas e os efeitos da utilização das usinas termelétrica na produção de energia, assim como os impactos delas nos setores econômico, político, social e ambiental.

Para empreender os novos conhecimentos na produção do vídeo, além daqueles oriundos da saída de campo, os estudantes buscaram respostas para as suas dúvidas a partir de materiais de pesquisa selecionados de forma crítica. Assim, eles ampliaram o ambiente de aprendizagem consultando textos e vídeos publicados na *internet*, possibilitando o estabelecimento de relações CTS.

A utilização do enfoque CTS a partir de uma QSC nas aulas de física contribuiu para a formação com a perspectiva de maior inserção social dos alunos. Assim, espera-se a contribuição para uma formação que possibilite a participação dos processos de tomadas de decisões em relação a assuntos que envolvam C&T, corroborando Linsingen (2007).

Como forma de viabilizar o fato acima foram privilegiadas a abordagem temática (SANTOS; MORTIMER, 2002) de forma a relacionar o conhecimento científico com o cotidiano discente (SANTOS; MORTIMER, 2002; LINSINGEN, 2007), a partir de um tema sociocientífico e da priorização de estratégias que privilegiaram a participação ativa dos alunos (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Ao final do trabalho os indícios da contribuição da QSC sob enfoque CTS no ensino de física foram verificados a partir da mudança no comportamento dos alunos em relação à tomada de decisões e capacidade de negociação durante as discussões. No decorrer da atividade houve a percepção de maior criticidade em relação ao tema, observados a partir da defesa dos pontos de vistas com a utilização de argumentos consistentes, o não contentamento com qualquer resposta para os questionamentos e o questionamento com a forma positivista que a produção de energia termelétrica foi apresentada na usina visitada.

E finalmente, a realização de atividades que privilegiam a participação ativa dos alunos e a pluralidade metodológica parece ser um meio promissor para a superação da falta de interesse e de motivação em aprender física. No entanto, cabe ressaltar que a adoção metodologias de ensino diferenciadas requer a superação de barreiras estabelecidas pelos próprios docentes, como o conteudismo, a ausência de relação entre conhecimento científico e o cotidiano, a visão neutra e redentora da C&T, entre outros.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JUNIOR, J.A.; DANTAS, C.R.S.; NOBRE, F.A.S. O estudo de energia: uma experiência de ensino na perspectiva CTS e o uso de mídias. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.5, n.1, p. 21-29, 2010.
- ASSIS, A.; CARVALHO, F. L. C.; AMORIM, C. E. S.; SILVA, L. F.; SILVA, L. G. L.; DOBROWOLSKY, M. S. Aprendizagem significativa do conceito de ressonância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.12, n.1, p.61-80, 2012.
- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Educação**, v.1, n. especial, 2007.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, 2006.
- BARBOSA, L.C.A.; BAZZO, W.A. A escola que queremos: É possível articular pesquisas ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e práticas educacionais? **Rev. Eletrônica de Educação**, v. 8, n. 2, p. 363- 372, 2014.
- CORREIA, N.; CHAMBEL, T. Integração multimídia em meios e ambientes aumentados nos contextos. **Educativos e Culturais: Arte e Ciências**, n. 2, 2004.
- COSTA, S.; PRESA, S. A. B. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) nas aulas de Ciências: concepção docente e proposta de abordagem. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 9, p. 1-13, 2017.
- GALVÃO, C.; REIS, P.; FREIRE, S. A Discussão de Controvérsias Sociocientíficas na Formação de Professores. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 3, p. 505-522, 2011.
- KEARNEY, M. D.; SCHUCK, S. R. Spotlight on authentic learning: Student developed digital video projects. *Australian Journal of Educational Technology*, v. 22, n. 2, p. 189-208, 2006.
- LINSINGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, São Paulo, v.1, número especial, 2007
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia**: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.
- MARTÍNEZ PÉREZ, L.F.; CARVALHO, W.L.P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 38, n. 3, p. 727-741, 2012.
- MENDES, M. R. M.; SANTOS, W. L. P. Argumentação em Discussões Sociocientíficas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 3, p.621-643, 2013.
- MENEZES, A. P. S.; KALHIL, J. B.; MAIA, D. P.; SAMPAIO, E. S. O uso do Software Windows Movie Maker como recurso facilitador no processo ensino-aprendizagem no ensino de Ciências na Amazônia. In: Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica, Belo Horizonte: 2008. **Anais...** Belo Horizonte, 2008.
- MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, v. 2, p. 27-35, 1995.
- PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S. Análise de produção de vídeos por estudantes como uma estratégia alternativa de laboratório de física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2010.
- PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física**: conteúdos, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2 ed. UFSC: Florianópolis, 2005.

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 e Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

PRESTES, R.F.; SILVA, A.M.M. As contribuições do educar pela pesquisa no estudo das questões energéticas. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 2, p.7-20, 2009.

REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências Naturais e a discussão de controvérsias sociocientíficas: dois casos distintos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 7, n. 3, p.746-772, 2008.

REIS, L. B.; SILVEIRA, S. **Energia elétrica para o desenvolvimento sustentável**: introdução de uma visão multidisciplinar. São Paulo: Edusp, 2000.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de física. In: CARVALHO A. M. P. (Org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. pp. 29-51.

ROSA, L. P. Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear. **Estudos avançados**, v.21, n.59, p. 39 – 58, 2007.

SANCHO, J. M.; HERNANDES, F. **Tecnologias para transformar a educação**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v.1, n. especial, 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. 2, n. 2, 2002.

SHEWBRIDGE, W.; BERGE, Z. L. The role of theory and technology in learning video production: the challenge of change. **International Journal on E-Learning**, v. 3, n. 1, 31-39, 2004.

SHNEIDERMAN, B. Creativity Support Tools-Accelerating Discovery and Innovation. **Communications of the ACM**, v. 50, n.12, p. 20-32, 2007.

SILVA, L.F.; CARVALHO, L.M. O ensino de física a partir de temas controversos: a produção de energia elétrica em larga escala. **Interacções**, n.4, p.42-63, 2006.

SILVA, L. F.; CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o ensino de física na escola média: algumas possibilidades de desenvolver o tema produção de energia elétrica em larga escala em uma situação de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 3, p. 342-352, 2002.

WINNIE, S. W. M. (2010). Meaning representation in video outcomes of inquiry project. **Computers & Education**, v. 55, p. 1532-1541, 2010.