# O ESTUDO DE TEMAS TECNOLÓGICOS NA EDUCAÇÃO CTSA: UMA EXPERIÊNCIA DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO MÉDIO

## THE STUDY OF TECHNOLOGICAL ISSUES IN STSE EDUCATION: AN EXPERIENCE OF SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL LITERACY IN SECONDARY EDUCATION

**Thiago Vasconcelos Ribeiro**
Universidade Federal de Goiás (UFG), Instituto de Física, thiago.v.ribeiro@live.com

**Guilherme Colherinhas**
Universidade Federal de Goiás (UFG), Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação (CEPAE), gcolherinhas@gmail.com

**Luiz Gonzaga Roversi Genovese**
Universidade Federal de Goiás (UFG), Instituto de Física e Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, lgenovese@ufg.br

**Resumo**

O presente trabalho consiste em um relato de experiência que apresenta as atividades de ensino e aprendizagem desenvolvidas em uma escola pública de Goiânia no contexto de Estágio Supervisionado. Participaram das atividades o licenciando em Física, cursando a disciplina de Estágio Supervisionado; o professor supervisor de estágio que leciona Física na escola; e o professor da universidade que leciona a disciplina de Estágio Supervisionado no curso de Licenciatura em Física em uma universidade pública federal do estado de Goiás. Atuando de forma colaborativa, esses três agentes desenvolveram atividades com alunos da 2ª Série do Ensino Médio com objetivo de promover e estimular nestes uma visão mais ampla sobre a Ciência e a Tecnologia, com base nos pressupostos do Movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Para tanto, os alunos realizaram um estudo sobre aparelhos tecnológicos, abordando questões de caráter sociocultural e ambiental, no qual tiveram a oportunidade de discutir, argumentar e problematizar, buscando desenvolver um raciocínio crítico e uma visão mais abrangente e crítica da construção do conhecimento científico e as relações complexas estabelecidas com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade e o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Educação CTSA; tecnologias; Alfabetização Científica; Ensino Médio.

**Abstract**

This work consists of an experience report that presents the teaching and learning activities in a public school in Goiânia in the context of supervised internship. They participated in the activities the licensing in physics, attending the course of supervised internship; the internship supervisor teacher who teaches physics at school; and university professor who teaches a course of supervised internship in the Bachelor's Degree in Physics in a federal public university in the state of Goiás. Working collaboratively, these three agents have developed activities with students of the 2nd High School Series in order to promote and encourage these a broader view on Science and Technology, based on the assumptions of Science Movement, Technology, Society and Environment (STSE). To do so, students conducted a study on technological devices, addressing sociocultural

and environmental character issues, which had the opportunity to discuss, argue and discuss, in order to develop critical thinking and a more comprehensive and critical view of the construction of scientific knowledge and the complex relationships established with technological development, society and the environment.

**Keywords:** STSE Education; technologies; Scientific Literacy; High School.

## Introdução

Em nossa sociedade as relações são amplamente influenciadas pela integração da ciência e da tecnologia aos mecanismos de produção e acumulação do capital (JÓVER, 2000) que, por sua vez, estabelece novos valores, hábitos e princípios de convivência social (GRANGER, 1994; HABERMAS, 2011). Nesse contexto, o conhecimento científico adquiriu ampla influência e legitimidade perante outros tipos e formas de conhecimento (ZIMAN, 1985; FEYERABEND, 2007). Tais aspectos são responsáveis e reforçados pela divulgação, nos diversos meios de comunicação, de imagens e percepções superficiais, por vezes idealizadas e românticas, por vezes aversivas e, em geral, caricatas, da ciência, da tecnologia e as suas diversas relações estabelecidas neste meio social (ZIMAN, 1996).

Dentro deste cenário vemos rotineiramente o surgimento de controvérsias científicas e tecnológicas de grande impacto social, político, ético e econômico (ENGELHARDT; CAPLAN, 1987), as quais parte expressiva da sociedade “posiciona-se” de forma alheia, de tal maneira que as decisões acerca das problemáticas emergentes são geralmente delegadas aos chamados “especialistas/*experts*” (AIKENHEAD, 1985). Tal situação é problemática, pois segundo Gil-Pérez e Vilches (2011) o tratamento de problemáticas sociocientíficas empregando-se exclusivamente conhecimentos técnicos e científicos, não garante tomadas de decisões adequadas à sociedade e apontam o importante papel a ser desempenhado pelos cidadãos em tais debates: levantar questionamentos de ordem política, social, cultural, ambiental, etc. – aspectos geralmente não considerados pelos especialistas, mas que são tão relevantes quanto os aspectos técnicos relacionados, contribuindo para tomadas de decisões conscientes.

No entanto, dar encaminhamento a situação não é uma tarefa trivial e, portanto, exiges cuidados. Ríos e Solbes (2007), por exemplo, afirmam que o ensino de ciências e tecnologia desvinculado de seu contexto sociocultural estimula uma visão incompleta e distorcida da ciência e da tecnologia, reforçando a disseminação de imagens equivocadas e superficiais. Mais ainda, o ensino descontextualizado, além de se mostrar desmotivador e de pouca utilidade pessoal e social aos alunos, também pouco conscientiza os mesmos acerca de como fatores econômicos, políticos e ambientais interferem no desenvolvimento científico e tecnológico. Logo, o ensino de ciências deve superar tais falhas de modo a fomentar a formação de cidadãos cientificamente cultos, visando não somente a aquisição tradicional de conceitos, mas também a apreensão e a aquisição de valores e competências diferenciadas que permitam uma compreensão mais ampla sobre os papeis desenvolvidos pela ciência e tecnologia nos contextos social, ambiental, político e econômico, ou seja, compreender as intrincadas relações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade & Ambiente).

Dessa forma, é necessário promover uma formação em ciências que torne tais características inteligíveis aos alunos, proporcionando a formação de cidadãos conscientes, críticos e atuantes na sociedade. Assim, objetiva-se proporcionar uma formação em ciências que cultive capacidades, competências, atitudes e valores essenciais para se viver em nossa sociedade: senso de responsabilidade; compreensão das influências mútuas da ciência, da tecnologia e da sociedade; capacidade de tomadas

de decisões e solução de problemas que guie uma ação responsável, ética e que considere valores socioculturais e humanos, orientada à formação de pessoas, capazes de compreender as problemáticas intrínsecas à realidade que o cerca, bem como ser capaz argumentar, debater, assumir um posicionamento crítico e agir perante ela (ZIMAN, 1985; SOLOMON, 1994; AIKENHEAD, 1994; WAKS, 1996; REIS, 1999; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007).

Nesse sentido, o ensino de ciência pautado pelos pressupostos CTSA visa promover abordagens a problemáticas reais abertas, que sejam familiares aos alunos, a fim de tornar o processo de ensino e aprendizagem mais significativo e socialmente relevante; que proporcione situações de tomadas de decisão e ação, além de uma melhor compreensão da ciência e da tecnologia (HODSON, 2009). Procura-se, portanto, passar aos alunos uma imagem do desenvolvimento científico e tecnológico como empreendimentos socioculturais influenciados por fatores políticos e econômicos, além dos tradicionais fatores epistêmicos (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003). Para tanto, as estratégias de ensino e aprendizagem devem proporcionar discussões sobre as problemáticas científico/tecnológicas contemporâneas, valorizando-se o debate enquanto momento de (re)construção do conhecimento; e que focalize o aluno e seu papel na sociedade utilizando-se de abordagens inter/transdisciplinares e situações-problema atuais, que motivem a formação de competências socialmente relevantes (ROSENTHAL, 1989; CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Pesquisas envolvendo a temática CTSA destacam a importância da utilização de discussões e debates como forma de construção de conhecimentos e de estímulo à formação de ambientes democráticos de participação na formação de cidadãos conscientes e críticos (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; FEDERICO-AGRASO, 2006; VIEIRA; BAZZO, 2007; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007; MACHADO; PINHEIRO, 2010). Tendo em vista tal aspecto valorizado em diversos trabalhos na área, o presente texto consiste em um relato de experiência que descreve as atividades desenvolvidas durante uma intervenção em duas turmas de 2ª Série do Ensino Médio de uma escola pública de Goiânia, em que tínhamos como objetivos didáticos e pedagógicos desenvolver tanto a motivação e a mobilização dos alunos quanto a sua criticidade, por meio de atividades de estudo, discussão e debate de problematizações CTSA ligadas a aparelhos tecnológicos.

As discussões aqui levantadas visaram apresentar uma análise qualitativa (MOREIRA; CALEFFE, 2006) da intervenção desenvolvida buscando responder a seguinte pergunta: "*Quais as contribuições formativas que um processo de ensino e aprendizagem na perspectiva CTSA pode promover por meio de atividades de estudo e debate de problematizações ligadas a aparelhos tecnológicos?*". O nosso relato baseia-se em dados construídos ao longo das atividades, registrados em Notas de Campo (BOGDAN; BIKLEN, 1994) redigidas por nós, além dos trabalhos escritos e dos Diários de Aprendizagem (GENOVEZ, 2005) elaborados pelos alunos participantes. Os Diários de Aprendizagem foram escritos pelos alunos durante o processo de estudo e discussão dos temas, para que registrassem todas as etapas empregadas na construção dos trabalhos, entre elas as reuniões em grupo, o processo de levantamento de informações e demais eventos relacionados às atividades propostas. O uso desses diários foi muito importante para registrar de que maneira os alunos reagiram à proposta, como ocorreu o desenvolvimento das atividades, quais foram às conclusões de cada grupo ao final do processo e de que modo cada grupo avançou quanto ao seu entendimento sobre as relações CTSA. Os Diários ajudaram, ainda, na identificação de eventuais falhas na intervenção realizada. Logo, o relato e as discussões das atividades realizadas são apresentados a seguir.

## Contexto da Intervenção

Desenvolvemos as atividades de ensino aqui relatadas junto aos alunos do Ensino Médio de uma escola pública de Goiânia vinculada a uma universidade federal local. Tal proximidade faz com que a referida escola tenha como uma das suas principais prerrogativas a aprovação de seus alunos no vestibular dessa universidade, de modo que a mesma valoriza e preza o trabalho de determinados conteúdos em sala e o cumprimento de eventos em datas específicas e preestabelecidas do calendário escolar, como, por exemplo, a avaliação bimestral que simula o exame do vestibular – "o simulado". Por outro lado, por se tratar de uma escola do tipo "aplicação", a referida unidade de ensino acolhe diversos licenciandos dessa universidade na condição de estagiários, possuindo, diferentemente de outras escolas públicas da Educação Básica, uma política própria de estágio, igualmente valorizada e rigorosamente seguida pelos seus professores. Desse modo, a escola impõe aos estagiários que nela atuam, diversas demandas didáticas e burocráticas, tais como cronogramas de atividades, cumprimento de currículos preestabelecidos e do calendário escolar, participação em eventos da escola, etc. Logo, a adequação da intervenção proposta à todas essas demandas provenientes da escola campo de estágio impactaram significativamente em sua elaboração e execução.

A unidade escolar atende cerca de 700 alunos nos Ensinos Fundamental e Médio, sendo que cada série possui duas turmas, com no máximo 30 alunos cada uma. Nesse contexto, trabalhamos as atividades de ensino e aprendizagem com os alunos das duas turmas da 2ª Série do Ensino Médio. Por meio de levantamento feito junto aos alunos, constatamos que os mesmos possuem faixa etária entre 15 e 18 anos, sendo que sua maioria provém de famílias de classe média-baixa que moram nos setores próximos à escola e possuem acesso aos meios de comunicação e informação amplamente utilizadas pela sociedade, tais como televisão e a internet.

As atividades desenvolvidas foram elaboradas por nós, em uma parceria que contou com o licenciando em Física cursando a disciplina de Estágio Supervisionado; o professor supervisor de estágio da escola, que leciona a disciplina de Física nas referidas turmas; e pelo professor da universidade, que leciona a disciplina de Estágio Supervisionado para o curso de Licenciatura em Física. Mais precisamente, o estagiário ficou responsável pela orientação dos alunos durante encontros agendados no contra turno das aulas regulares e mantendo contato constante com eles via *e-mail*; o professor supervisor elaborou e ministrou aulas sobre o conteúdo de física que, apesar de ainda serem ministradas nos moldes tradicionais, se articulavam com as temáticas de investigação dos alunos; e o professor universitário contribuiu com a orientação teórico-prática das atividades e, durante as aulas de Estágio Supervisionado, problematizava as situações vivenciadas pelo estagiário, pelo professor supervisor e por ele mesmo no desenrolar da intervenção. O grande debate, que uniu as duas turmas para discussões sobre alguns dos temas pesquisados, e que foi utilizado como evento finalizador do processo, foi mediado pelo licenciando e pelo professor universitário. Cabe ressaltar, ainda, que todas as atividades desenvolvidas foram construídas e debatidas em reuniões que contavam com a participação de nós três, atuando sempre em constante diálogo, com o intuito de tomar decisões sobre questões emergentes que surgiam ao longo do desenvolvimento da proposta.

Nossa primeira reunião ocorreu no dia 21 de julho de 2010, no período de férias do calendário letivo da escola, na qual foram tomadas algumas decisões referentes ao enfoque que teria a atividade. Decidimos que a nossa atividade focaria a alfabetização científica e tecnológica (ACEVEDO-DÍAZ; ALONSO; MAS, 2003; FOUREZ, 2003) dos

alunos através do estudo de determinados temas, abordando a Ciência e Tecnologia, em questões de caráter social, histórico e ambiental, uma vez que os alunos se mostravam, conforme indicava o professor supervisor, desinteressados em relação à apresentação tradicional dos conteúdos de Física, invariavelmente voltada para a realização do vestibular. Enfim, pretendíamos avançar em alguns problemas vivenciados na sala de aula: a desmotivação/apatia durante as atividades que eram desenvolvidas nas aulas tradicionais de Física e a falta de criticidade dos alunos quanto à percepção das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Tais problemas se devem, em parte, à dinâmica utilizada nas aulas tradicionais de Física que, devido ao perfil da instituição escolar, vão em sentido contrário àquele preconizado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999), a saber, um ensino contextualizado, investigativo, interdisciplinar, estruturado linguisticamente, além de valorizar aspectos éticos e morais.

Logo, tivemos o objetivo de tornar mais significativo o ensino e aprendizagem em ciências, abordando temas e conceitos de uma maneira que auxiliassem os alunos a compreenderem de uma forma mais abrangente o mundo em que vivem e, assim, dar sentido a ele. Indo mais além, buscamos desenvolver com os alunos uma percepção crítica das relações CTSA, focando em estudos e discussões de problemas associados a aparelhos tecnológicos de nossa sociedade, evidenciando *"a distância que há entre o objeto técnico descrito por uma disciplina científica e a tecnologia com toda a sua complexidade social, cultural e econômic*a" (FOUREZ, 2003, p. 120).

Desse modo, propomos uma atividade com duração de um semestre letivo (de agosto a dezembro de 2010), com o intuito de envolvê-los e motivá-los em um estudo sobre temas ligados a diferentes aparelhos tecnológicos presentes em nossa sociedade. Tais aparelhos foram selecionados, previamente, de forma que abordassem grande parte do espectro eletromagnético, cobrindo, assim, tópicos do currículo de Física da 2º Série do Ensino Médio da escola – Óptica e Ondas – de modo a atender as demandas curriculares provenientes da escola e do professor de Física que nela atua. Os temas de estudo selecionados foram: **1) Rádio AM/FM; 2) Televisão analógica e digital; 3) Forno micro-ondas; 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**. Logo, pedimos aos alunos para que se organizassem em 12 grupos, tendo no máximo 5 alunos por grupo, para realizarem estudos acerca de 1 dentre esses 12 temas, sendo que a divisão dos temas entre os grupos ocorreu sob a forma de sorteio[1].

Durante a atividade, os alunos, em constante diálogo conosco, realizaram um estudo sobre um dos temas a fim de produzirem um trabalho escrito. Nesse trabalho eles deveriam debater em grupo o tema proposto abordando e problematizando aspectos como a História da Ciência e da Tecnologia estudada, contextos sociais envolvidos em sua criação e/ou aplicação, impactos socioambientais relacionados, além de fazer uma ligação entre o conteúdo do trabalho com o conteúdo ensinado nas aulas regulares de Física. Após o processo de construção, discussão e sistematização dos trabalhos, sorteamos dois grupos e promovemos um debate com todos os alunos envolvidos na

1 A numeração utilizada nos temas será empregada ao longo deste texto para a designação dos grupos, ou seja, quando citarmos o Grupo 1 estaremos nos referindo ao grupo que pesquisou sobre o tema 1) Rádio AM/FM e assim por diante.

atividade sobre os temas dos grupos sorteados. Tal debate consistiu em um evento realizado para finalizar todo o processo de ensino e aprendizagem e proporcionou um momento em que os alunos das duas turmas puderam interagir, expor ideias, argumentar, problematizar e desenvolver um raciocínio crítico sobre às relações CTSA de forma coletiva.

## Ações Desenvolvidas

Nos dias 17 e 18 de agosto de 2010 tiveram início as atividades. Nesses dias apresentamos aos alunos os objetivos, as etapas a serem desenvolvidas e, por fim, realizamos o sorteio dos temas. Em decisão tomada junto com os alunos optamos pelo sorteio como forma de divisão dos temas entre os grupos. Notamos um significativo envolvimento deles já nos momentos iniciais, durante o sorteio dos temas, em que demonstraram grande expectativa e interesse em determinados temas:

> *"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 realizada por sorteio, conforme já havíamos decidido em conjunto..."* (Notas de Campo dos autores).

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 tema deles seria o aparelho de Raios-X."* (Notas de Campo dos autores).

Em oposição ao tratamento de problemas demasiadamente abstratos específicos do ensino tradicional das ciências, constantemente disseminados e reforçados nos veículos de informação e comunicação como sendo característicos do universo científico (FOUREZ, 1995) – problemas de pouca ou nenhuma pertinência à vida do aluno ou à sua atuação social – percebemos durante essa etapa a importância de temas ligados ao cotidiano dos alunos que, nesse primeiro momento, foi capaz de atuar como elemento motivador para envolvê-los no processo de ensino e aprendizagem (FOUREZ, 2003; CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004), ainda mais quando sentem que suas opiniões foram levadas em consideração, tornando-se importantes para as atividades desenvolvidas ao longo do semestre.

Durante a etapa de estudo e discussão dos temas nos grupos, construímos com os alunos vários momentos de discussão e orientação, em horários diferentes das aulas regulares (contra turno), além de disponibilizar um *e-mail* de contato para que pudessem dialogar com o licenciando, esclarecer dúvidas, fazerem questionamentos, darem sugestões e opiniões, etc. Ou seja, foi dado aos alunos a oportunidade de falar, opinar, deliberar e, principalmente, ouvir a si mesmos e aos outros. O objetivo desses momentos de discussão em grupo foi o de construirmos um ambiente de ***alfabetização científica e tecnológica coletiva***, importante para desenvolver nos alunos uma cultura de comunicação, tornando-os capazes de deliberar coletivamente sobre os problemas da sociedade, e, por meio do diálogo articularem competências coletivas e coletivamente (FOUREZ, 2003).

Assim, nesse ambiente construído com os alunos, realizamos discussões sobre a forma de abordar os temas e as relações CTSA, os quais demonstravam ter inicialmente várias dúvidas. Os alunos tinham dificuldades em enxergar aspectos socialmente problemáticos ou controversos sobre certos aparelhos tecnológicos tais como cinema 3D, telescópio, telefone celular, câmera fotográfica, etc., enquanto em outras tecnologias as problemáticas eram percebidas de forma mais evidente, tais como os raios-X, a radioterapia e a televisão. Logo, foi necessário que os alunos realizassem todo um ***esforço de problematização*** das tecnologias estudadas, exercitando capacidades de análise crítica das tecnologias utilizadas cotidianamente e aparentemente aproblemáticas. Esforço que sustentou as discussões e, por sua vez, possibilitou aprofundamentos nas pesquisas de vários grupos como, por exemplo, a do Grupo 8: Telescópio, cujo as discussões permitiram uma interessante abordagem ao chamado "lixo espacial", discutindo a grande quantidade de detritos ("*de naves, combustíveis, satélites desativados, pedaços de mantas térmicas e foguetes, objetos metálicos e até ferramentas perdidas por astronautas durante as explorações espaciais*" – Trecho extraído do trabalho escrito pelo Grupo 8) que orbitam o planeta Terra, decorrente das inúmeras atividades humanas e que podem provocar acidentes em futuras missões espaciais ou danificar satélites em uso. O trabalho escrito do Grupo 8 apresentou, ainda, um breve relato sobre os planos da Agência Espacial Norte-Americana – a NASA – a respeito da desativação do *Telescópio Hubble*.

Os momentos de discussão também eram utilizados para orientá-los quanto ao conteúdo abordado nas fontes utilizadas (livros, periódicos, revistas de divulgação, jornais...) em seus estudos. Como exemplo citamos o Grupo 7, "Cinema 3D", que obteve relevantes informações sobre o tema, contando com ilustrações detalhadas e explicações exclusivamente qualitativas sobre as ideias principais, em uma revista de divulgação científica. Diante desta situação sugerimos uma abordagem mais específica, aprofundando os conteúdos físicos relacionados com o tema, levando o grupo a estudar e acrescentar em seu trabalho uma análise sobre o fenômeno da polarização da luz, um tópico de Física pouco abordado no Ensino Médio daquela escola. Esse acontecimento indicou que ouvir e valorizar as ideias dos alunos permite, ou ao menos abre a possibilidade de, um maior envolvimento dos mesmos na atividade. Assim, ouvir e valorizar o que os alunos pensam e fazem, utilizada como uma forma de "capturá-los" e motivá-los para as atividades de ensino e aprendizagem é denominada por Villani, Barolli e Arruda (2006) de *escuta flutuante*.

O Grupo 8, por sua vez, demonstrou preocupação com as fontes de informações utilizadas nas pesquisas. Em seu Diário de Aprendizagem o Grupo sinalizou preocupação sobre a confiabilidade das fontes utilizadas em sua investigação:

> *"Procuraremos em outros livros da biblioteca [...] Particularmente penso que os livros podem ser mais confiáveis neste trabalho, pois a informação é mais concentrada e específica."* (Aluno 9 trecho extraído do Diário de Aprendizagem do Grupo 8).

A preocupação do Grupo 8 com a confiabilidade do conteúdo das referências a serem utilizadas se refletiu em seu trabalho, pois os alunos abordaram o tema de estudo, "Telescópio", por meio de diversas fontes, como revistas e livros de divulgação científica,

enciclopédias, sites de notícias e livros didáticos de Ensino Médio. O mesmo ocorreu com o Grupo 5, “Telefone Celular”, que levantou e discutiu aspectos problemáticos do tema, através de pesquisas estatísticas disponibilizadas pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) além de estudos divulgados pela OMS (Organização Mundial de Saúde) sobre possíveis efeitos nocivos à saúde humana provenientes da utilização do aparelho. O Grupo 3, “Forno Micro-ondas” por sua vez, utilizou em parte de sua pesquisa informações disponibilizadas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) sobre a utilização adequada do aparelho.

Essas situações fomentaram nos alunos desses grupos, da mesma forma com que ocorreu em outras situações com os alunos dos demais grupos, a necessidade de ***estabelecer critérios para a escolha*** das fontes de pesquisa, uma vez que diversos textos apresentavam dados díspares e às vezes informações conflitantes. Novamente, por meio de discussões e da análise de suas fontes, os alunos exercitaram suas ***capacidades de avaliação crítica das fontes de informação disponíveis***, o que possibilitou a seleção de informações mais coerentes e pertinentes à pesquisa que estava sendo realizada. Dentro desses critérios foram levados em consideração a natureza das informações (o que diz), os autores das mesmas (quem fala) e sua posição na sociedade (o peso do lugar de onde fala), para quem estava direcionada essa informação (para quem se diz), ou seja, os alunos perceberam as diferentes intenções e interesses que permeiam as informações científicas e tecnológicas e que devem ser levadas em conta na sua avaliação (FOUREZ, 1995).

Quanto aos aspectos CTSA abordados, o trecho abaixo, extraído do trabalho escrito do Grupo 1, “Rádio AM/FM” aponta problemáticas decorrentes do tema de estudo:

> *“As ondas de rádio AM/FM por si só não trazem grandes impactos ambientais* [...] *porém, os materiais que são usados para que elas possam se propagar, estes sim são grandes destruidores e poluidores do meio ambiente* [...] *Pilhas e baterias trazem em seu interior Chumbo (Pb), Níquel (Ni) e Mercúrio (Hg), além de outros materiais que quando abandonados de forma irresponsável* [...] *podem envenenar os seres humanos, além de muitos animais.”*
>
> “*O grande problema não está nas pilhas e baterias, mas sim com o que fazemos com as mais de 800 milhões de pilhas e baterias que o Brasil produz ou importa todos os anos”* (Trecho extraído do trabalho escrito pelo Grupo 1).

Outros grupos especificaram 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.”* (Aluno 25, trecho extraído do Diário de Aprendizagem do Grupo 6).

E outros, ainda, relataram em seus diários a surpresa sentida ao perceberem outros fatores além daqueles ligados às necessidades da época, como, por exemplo, a criatividade humana e o acaso, como nos relata o Grupo 3:

> *"Imaginávamos que o forno micro-ondas foi descoberto por meio de muitas pesquisas e adaptações, fomos surpreendidos ao saber que* **(a ideia)** *surgiu por um mero acaso, ao derreter um chocolate na calça por causa do magnetron."* (Aluno 19, trecho extraído do Diário de Aprendizagem do Grupo 3).

Referindo-se ao ocorrido com o engenheiro Percy Spencer, idealizador do forno micro-ondas.

O Grupo 10, por sua vez, apresentou em seu trabalho o modo como os filósofos da época acolheram a nova tecnologia, a câmera fotográfica, e as suas implicações sobre os valores da sociedade:

> *"Roland Barthes, um filósofo francês, disse que via a câmera fotográfica como 'ideia de morte por mostrar algo gravado em um tempo que não mais voltará'. Seus valores quanto à arte e em meio à sociedade capitalista levou a se pensar que o homem talvez não desse mais valor ao real como antes, devido às imagens, isso por fim leva a pensar nas mudanças nos valores"* (Trecho extraído do trabalho escrito pelo Grupo 10).

Explicitar elementos que não são evidenciados nas aulas regulares de física tais como a presença de interesses econômicos, político, militares, os impactos socioambientais, a criatividade humana, etc. são importantes para uma caracterização mais abrangente da tecnologia e sinalizam para uma conceituação mais complexa que não condiz com a percepção socialmente dominante que a define como mera ciência aplicada (FOUREZ, 1995). As colocações e questionamentos expostos pelos Grupos 1, 3, 6, e 10 acima, indicam uma preocupação que os alunos passaram ter ao visualizar os diversos impactos do produto científico e tecnológico, ou seja, aspectos possíveis de serem abordados somente por meio da contextualização do conhecimento trabalhado em sala de aula, em sua dimensão social, política e econômica dentro de uma abordagem interdisciplinar (BRASIL, 1999; MION, 2014). Tal abordagem é importante para uma análise crítica da realidade que, sendo percebida pelo próprio aluno, é necessária para se construir uma representação mais adequada e coerente de uma determinada situação concreta (FOUREZ, 2003; CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004).

Ressaltamos aqui, ainda, o uso dos Diários de Aprendizagem que nos possibilitou ter acesso a uma outra perspectiva da forma como se deu o estudo dos temas nos diversos grupos, uma vez que essa não corresponde a uma interpretação nossa da situação construída, mas sim a perspectiva dos alunos que participaram do processo de ensino e aprendizagem (GENOVEZ, 2005).

Depois de concluída a etapa de estudo sobre os artefatos tecnológicos, sorteamos dois grupos, a fim de estabelecermos os temas a serem abordados durante o debate. O sorteio ocorreu no dia 18 de outubro de 2010 e os grupos sorteados foram: o Grupo 9 – Microscópio – e o Grupo 11 – Aparelho de Raios-X. Posteriormente, marcamos uma reunião com todos os alunos para discutirmos e estabelecermos as regras para o debate.

*Discussão das regras*

Na data previamente combinada com os alunos, dia 04 de novembro de 2010, nos reunimos para a definição das regras para o debate. O objetivo ao se realizar essa

discussão foi o de proporcionar um ambiente em que os alunos pudessem fazer, e aprender a fazer, uma gestão democrática de uma atividade importante para todos, o debate e a discussão de problemas e de ideias (argumentos e justificativas, por exemplo), portanto, os rumos da própria aula. Ou seja, procurávamos fazer com que os alunos também construíssem e/ou reforçassem os ***conteúdos atitudinais*** e não somente procedimentais, factuais e conceituais ao longo das atividades de ensino e aprendizagem (ZABALA, 1998).

Durante as discussões para o estabelecimento das regras, os alunos inicialmente relutaram em escutar e aceitar opiniões diferentes, dificultando a busca pelo consenso:

> *"Logo começaram a conversar muito, todos querendo falar ao mesmo tempo,* [...]. *Enquanto os alunos apresentavam suas ideias, percebia-se certa antipatia e desaprovação pela expressão no rosto de alguns alunos, quando certos colegas falavam e algumas sugestões eram colocadas"* (Notas de Campo dos autores).

Um dos professores, ao perceber tal situação opressora, tentou organizar a discussão com os alunos:

> *"Foi quando o professor pediu silêncio e começou a falar sobre a importância daquele evento. De que tudo, ou quase tudo, que os alunos se envolviam ou participavam, já possuíam regras prontas. Que a opinião deles (dos alunos) era sempre desconsiderada. Falou também sobre a importância de se valorizar o debate e que aquela situação, com todos querendo falar ao mesmo tempo era bastante normal. Entretanto, para conseguirmos escutá-los e dar atenção a cada um deles, seria necessário um pouco de ordem e respeito à fala do colega, principalmente, aqueles que pouco falam."* (Notas de Campo dos autores).

Trata-se de uma importante etapa na alfabetização científica e tecnológica coletiva (FOUREZ, 2003), o estabelecimento de uma ***cultura de comunicação e de respeito às ideias diversas*** que permitem uma discussão pertinente da situação e orientada à deliberação de um momento importante para os alunos. Assim, os alunos aos poucos foram adquirindo a postura democrática, respeitando a participação, a opinião e as ideias apresentadas pelos colegas até chegarem a uma definição sobre quais regras deveriam guiar o debate.

Logo, os alunos estabeleceram que cada um dos grupos sorteados realizariam uma apresentação sucinta sobre os respectivos temas a serem debatidos. Posteriormente, a dinâmica do debate ocorreria em rodadas onde um grupo questionaria o outro sobre os temas estudados, e os demais alunos atuariam neste evento como um bloco único de árbitros, avaliando as respostas, comentando-as ou levantando novos questionamentos sobre as questões abordadas.

É importante ressaltar que a constituição do bloco de árbitros formando pelo conjunto dos alunos que estariam assistindo a apresentação dos grupos foi uma iniciativa de uma aluna e um aluno que sentavam em carteiras posicionadas no meio da sala, mas que tinham colegas que ficavam no fundo da sala de aula e pouco contribuíram para a construção dos Trabalhos. Daí decorre que a inciativa deles tinha como pano de fundo a

preocupação de envolver os alunos que não tinham participado efetivamente na construção dos Trabalhos, mas que via no debate a oportunidade deles se envolverem e contribuírem com a discussão. Ou, nas palavras dessa aluna:

> *"Já que a ideia é tornar a atividade mais participativa e democrática, deixar as pessoas falarem. É justo que mesmo aqueles participaram pouco* (da realização do trabalho escrito) *possam se pronunciar no debate. Acho, acho... Quero dizer, o debate é uma forma de envolver esses colegas na atividade. Sabe eu acho que eles têm muitas ideias legais. Acho que a gente pode aprender muito com eles. Se eles e o restante da sala que não estiver apresentando podem participar fazendo parte do júri. Sei lá!! Juiz. Mas, o negócio é que todos participem, tenham a chance de participar"* (Fala da Aluna 32 registrada nas Notas de Campo dos autores).

Os alunos mostraram-se mais motivados e envolvidos com a discussão que acontecia na medida em que percebiam que as suas opiniões e sugestões eram de fato consideradas relevantes e levadas a diante como direcionador potencial para a estrutura do debate. À medida que dialogavam, defendiam suas posições e suas ideias, mas também negociavam pontos divergentes a fim de estabelecerem um consenso mínimo.

Assim, foi definido que as rodadas ocorreriam conforme ilustrado na Figura 1: o Grupo 11 faria perguntas sobre o assunto "Microscópio" para o Grupo 9, que teria um tempo de três minutos para a resposta. Após escutar a resposta o Grupo 11 tem direito a uma réplica comentando a resposta obtida, avaliando-a se considera satisfatória ou não, além de realizar observações caso possuam uma opinião diferente daquela abordada durante as perguntas e respostas (ver Figura 1).

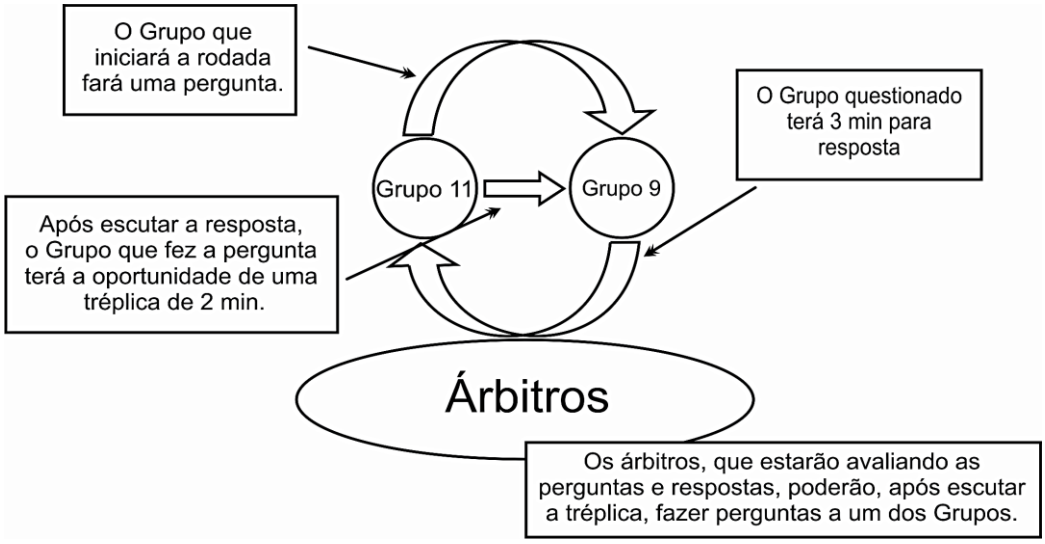


Figura 1: Esquema das etapas do debate.

No momento seguinte, a palavra seria passada aos árbitros, que poderiam fazer novas observações pertinentes e novas perguntas, a fim de esclarecer determinados pontos e aspectos que não ficaram claros. Ao fim desse processo tem início uma nova rodada, contendo todas as etapas mencionadas anteriormente, porém, iniciando com uma pergunta do Grupo 9 ao Grupo 11, agora sobre o assunto Raios X.

Desse modo, foram estabelecidas de forma coletiva e democrática, com a ***participação ativa*** dos alunos sobre seu processo de ensino e aprendizagem, as regras para o debate ao qual participariam. E mais do que isso, foram trabalhados importantes conteúdos atitudinais (ZABALA, 1998) que permitiram o envolvimento e a expressão de posições e entendimentos dos alunos. Os alunos tiveram a liberdade e a oportunidade de tomar decisões sobre o próprio processo de ensino e aprendizagem e de decidirem como eles próprios seriam avaliados.

Todos esses fatores citados contribuíram para a motivação dos alunos e à sua percepção crítica de que a participação coletiva é algo importante que precisa ser construída, valorizada e estimulada em uma sociedade democrática – algo bastante evidente na fala da Aluna 32 anteriormente citada. Esse momento, portanto, consistiu em uma importante etapa na construção de uma cultura de comunicação orientada à deliberação coletiva, necessária para integrar aos debates de sociedade as contribuições dos cidadãos, dotados de um senso de responsabilidade, dentro do ideal de uma sociedade participativa.

*Debate entre os alunos*

Nas aulas regulares de Física que antecederam o debate, o professor supervisor orientou os alunos para que realizassem um levantamento simples na internet sobre os assuntos a serem debatidos e que cada um deles teria a responsabilidade de levar dúvidas para serem discutidas em conjunto por todos os alunos durante o debate. Nessa etapa da intervenção os alunos já eram capazes de perceber muitas problemáticas relacionadas aos aspectos CTSA dos temas sorteados para o debate, devido a todo o processo de discussão e pesquisa, realizado em grupo desde o início do semestre, sobre os seus próprios temas. Logo, esse momento do debate possibilitou aos alunos o exercício da argumentação articulando informações científicas e técnicas, orientadas à solução de problemáticas por eles levantadas.

Assim, o debate ocorreu no dia 26 de novembro de 2010, e contou com a presença de todos os alunos participantes. E, conforme os alunos haviam decidido, o debate teve início com uma breve apresentação sobre os temas a serem discutidos. O Grupo 11, em sua apresentação, abordou a forma como a tecnologia dos raios-X foi repassada e aplicada à sociedade – principalmente na área da medicina – apesar dos poucos conhecimentos científicos estabelecidos na época, principalmente a respeito de suas reações em seres humanos. 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.

Com o desenrolar do debate, muitas questões de interesse dos alunos foram feitas aos grupos. Tais questões, de modo geral, foram levantadas pelos alunos-árbitros que além de demonstrarem bastante motivação e envolvimento com esta atividade, realizaram intervenções pertinentes no debate dando maior destaque ao tema “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 ‘Raio-X’, se tem algum risco, se o efeito da radiação é cumulativo?” (Aluno 5 do Grupo 8).*

Após algumas tentativas de resposta pelo Grupo 11, um de seus integrantes responde:

> *"Tipo, o 'Raio-X'... a vibração, melhor frequência dele é muito intensa, ela é muito forte,* [...] *quando ele entra na pele, ele atravessa a célula, acontece umas quebras do DNA que atrapalha todo o corpo,* [...] *acontece da morte do tecido, causa câncer, vários problemas..." (Aluno 15 do Grupo 11).*

> *"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,* [...] *e porque eles eram aqueles que, como eles manuseavam a exposição deles era mais repetitiva" (Aluno 12 do Grupo 11).*

Nota-se nesse momento os alunos, de forma coletiva, construindo um conhecimento que, aos poucos por meio de diálogo e elaboração de raciocínios, caminha para respostas mais elaboradas. Temos nesse trecho da discussão e em outras partes do debate, um ponto que causa curiosidade nos alunos a respeito do tema e que está ligado às questões CTSA. Estavam a falar dos impactos na sociedade e, entre esses, os impactos à saúde, e em que casos há realmente risco de danos negativos quando da sua utilização. Tal aspecto sinaliza para uma compreensão mais ampla da constituição da tecnologia, levando em consideração a sua complexidade socioeconômica, política e cultural. Os alunos, caminhando para além de uma interpretação aproblemática da tecnologia proporcionada pelo ensino tradicional das disciplinas científicas, passam a perceber características mais amplas e igualmente pertinentes na análise do ambiente tecnológico em que vivem (ZIMAN, 1985; FOUREZ, 2003; BORTOLETTO; CARVALHO, 2012).

Em outro momento durante o debate, foi perguntado ao Grupo 11:

> *"Por que a gente não pode usar objetos de metal quando vai tirar 'Raio-X'?" (Aluno 7 do Grupo 10).*

Nesse instante os integrantes do Grupo 11 ficaram em dúvida, sem saber realmente o que responder:

> *"Eu acho que é porque o 'Raio-X'... ele é eletro-positivo, 'aí', ele atrai..." (Aluno 13 do Grupo 11).*

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 'Raio –X'?" (Aluno 5 do Grupo 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 'Raio-X' " (Aluna 3 do Grupo 2).*

Logo os alunos começam a conversar sobre o assunto e alguns, como a Aluna 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" (Aluna 6 do Grupo 2).*

Nas falas acima, notamos que o diálogo entre os alunos, expondo a sua visão particular do problema, provenientes de experiências em suas vidas, e isso foi bastante importante, pois atuou como um mecanismo de grande motivação para a participação nas discussões. Essa motivação dos alunos durante esse e outros momentos do debate sinaliza para a importância de se trabalhar temas próximos à vida dos alunos, auxiliando a compreensão de seu próprio mundo (apreensão da realidade), motivando-os a buscar respostas que os satisfaçam e que deem sentido ao seu cotidiano (FOUREZ, 2003; ALVES; CARVALHO, 2012).

A discussão possibilitou aos alunos construir um breve problema inicial que mobilizou suas tentativas de se formular uma hipótese. Os questionamentos em torno das hipóteses inicialmente formuladas e as experiências pessoais relatadas evidenciaram falhas nas tentativas de resposta que somente foram solucionadas a partir de uma construção coletiva, estabelecendo uma resposta que preencheu as lacunas que haviam sido expostas. Estabeleceu-se, assim, uma reflexão e uma regulação das informações, pelos próprios alunos dialogando entre si, se assemelhando a uma estrutura própria da comunidade científica (GIL-PEREZ; CARRASCOSA-ALIS, 1994).

Foram debatidas também questões de caráter ambiental e, em particular, a contaminação ocorrida em Goiânia, no ano de 1987 (IAEA, 1988). Apesar do fato dos estudantes terem nascido alguns anos após o acidente, o assunto de tempos em tempos permeia os meios de comunicação e informação locais, e costuma ser mencionado nas escolas, geralmente, nas aulas de Química, principalmente quando é abordado o tópico Radioatividade. Portanto, as alusões de diferentes fontes a esse tema causam, de certa forma, uma "curiosidade mal saciada" acerca do assunto, que os alunos carregam consigo e que, nitidamente, contribuiu para a mobilização de toda a turma sobre as discussões sobre os efeitos dos diversos tipos de radiações no corpo humano e no ambiente. E não menos importante, os alunos mobilizaram tanto conhecimentos oriundos da Química quanto da Física para abordar e dar encaminhamento as questões sobre o assunto. Nesse caso fica evidente que os alunos abordaram diversos saberes de diferentes áreas do conhecimento para estudar um mesmo objeto, denominado na literatura especializada de ***abordagem multidisciplinar*** (NICOLESCU et al., 2000).

A presença de elementos controversos e problemas contextualizados próximos à realidade dos alunos, por sua vez, mostraram-se mais eficazes como meios de motivação e problematização para boa parte dos alunos. Ao menos é isso que indica as discussões 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 voltada para as principais diferenças entre as imagens obtidas pelos variados tipos aparelhos e em momento algum surgiram questões de temáticas socioambientais, além de não conseguirem mobilizar a atenção da turma sobre o assunto. O tema "Microscópio" não se mostrou problemático ou controverso para os alunos, de modo que as discussões ficaram excessivamente restritas a uma análise teórica disciplinar, aproximando-se da abordagem tradicionalmente apresentada nas aulas de Física. Percebemos aqui a importância do uso de temas problemáticos ou controversos como uma forma de motivação intrínseca dos alunos, que pode proporcionar um aprofundamento significativo das discussões e um

maior interesse e envolvimento dos mesmos pelo processo de ensino e aprendizagem (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2002).

Todos os elementos aqui evidenciados sinalizam que o debate consistiu em um importante elemento para a construção da alfabetização científica e tecnológica coletiva (FOUREZ, 2003), já que foi capaz também de ***articular capacidades*** (de argumentação, de interpretação, de apropriação, de reconstrução, de autonomia de pensamento, etc.), ***valores*** (valores cognitivos, sociais, políticos, culturais e ambientais) ***e atitudes*** (crítica e questionadora, de abertura a novas ideias, ao diálogo e ao debate de ideias opostas) ***necessárias à atuação cidadã*** nas sociedades contemporâneas.

**Quanto às falhas do processo**

Apesar dos diversos avanços obtidos pela intervenção proposta, identificamos algumas falhas ocorridas durante o decorrer das atividades e que merecem ser destacadas aqui. Essas falhas, que tiveram origens diversas, consistiram em contratempos e empecilhos burocráticos característicos da instituição escolar e universitária, que foram enfrentadas por nós e que são comuns no dia a dia de professores em exercício em sala de aula.

Um dos entraves para a realização adequada da intervenção consistiu no tempo relativamente curto disponível para a realização das atividades. O tempo de aproximadamente um semestre é estipulado pela estrutura curricular de estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Física dessa universidade, cujas disciplinas são semestrais – de forma mais específica, as diferentes disciplinas de Estágio (I, II, III e IV) eram abordadas de forma desconexa umas das outras, não havendo a preocupação, por parte de alguns dos professores dessas disciplinas, em realizar a estruturação de um processo de formação contínuo e interligado. Desse modo, o licenciando, na condição de estagiário da escola teve disponível apenas o período de um semestre para trabalhar as concepções sobre ciência e tecnologia dos alunos das duas turmas de 2ª Série de Ensino Médio da escola.

Outro aspecto problemático da intervenção foi a impossibilidade de aproveitar as aulas de física do professor para a realização das atividades, devido à sua preocupação e necessidade em cumprir o currículo escolar dentro do calendário letivo. O professor supervisor de estágio, que ainda possuía dois outros estagiários realizando atividades em suas aulas regulares, não pôde abrir muitos espaços nesses horários para o acompanhamento da intervenção. Por isso, foi uma opção realizar os encontros de discussão e orientação e o debate em horários distintos aos das aulas regulares de física.

Há, ainda, outro aspecto problemático: trabalhar com um grande número de alunos. Tal aspecto, recorrente em diversas salas de aula no contexto brasileiro, torna problemático, dentro da estrutura escolar, a tomada de decisões em conjunto com os alunos, uma vez que era necessária uma negociação de horários todas as vezes em que se pretendeu marcar uma reunião com todos eles. A utilização do *e-mail* ajudou a contornar em parte esse problema, porém, a comunicação com todos os 60 alunos para esclarecimentos, estabelecimento de consensos e tomadas de decisão sobre a intervenção, inclusive o levantamento e escolha das temáticas de pesquisa pelos próprios alunos, demandavam tempo que não dispúnhamos.

Quanto à tentativa de motivar os alunos, alguns deles não se envolveram com o processo de ensino e aprendizagem como se esperava. O Grupo 12, “Radioterapia com Radiação Gama” ao longo da etapa de investigação, não se mostrou motivado. Nenhum de seus integrantes compareceu aos encontros para orientação, não buscaram comunicação com os professores durante as aulas e também por *e-mail*. O grupo

apresentou um trabalho escrito bastante superficial, fora de uma formatação estipulada e com muitas informações simplesmente copiadas da internet. Durante as aulas destinadas para a orientação de todos os grupos, os integrantes do Grupo 12 pareceram dispersos e, novamente, pouco motivados. Tratava-se de alunos que não possuíam uma boa relação com a disciplina de Física ao longo do ano, possuíam notas relativamente baixas, sendo que alguns de seus integrantes chegaram a reprovar naquele ano. Ressaltamos também o fato de que o tema do grupo, “Radioterapia com Radiação Gama” se tratava de um assunto controverso, familiar aos alunos, no qual poderiam pesquisar e discutir em seu trabalho o já citado acidente radiológico de Goiânia em 1987. Nota-se que, neste caso, o estudo de aparelhos tecnológicos e de temas controversos, por si só não foram capazes de motivar os alunos daquele grupo, na medida que a reprovação na disciplina era iminente.

O Grupo 10, “Câmera fotográfica e filmadora”, foi outro grupo em que os integrantes não se mostraram motivados com a atividade, com exceção apenas da Aluna 18 que realizou sozinha o processo de investigação e escrita do trabalho de pesquisa. Durante a comunicação por e-mail com essa única aluna participante daquele grupo, e que manteve contato por e-mail durante todo o processo de pesquisa, foram relatados o desinteresse dos demais integrantes, sendo que um deles entendeu a atividade proposta como desnecessária, pois alcançaria a nota desejada apenas com as avaliações tradicionais da disciplina. A situação aqui é oposta à situação anterior (do Grupo 12), uma vez que esse grupo era constituído de alunos que possuíam relativa estabilidade com as notas na disciplina curricular de Física igual ou superior à média da escola. Novamente, percebe-se que, em um contexto real de ensino e aprendizagem, é necessária a preocupação com outros aspectos capazes de gerar maior motivação, mobilização e integração dos alunos com as atividades de investigação e discussão.

Por fim, ressaltamos como uma falha do processo também, a ausência de um momento de discussão e reflexão ao final da intervenção, com todos aqueles que dela participaram – alunos, estagiário, professor supervisor e professor de estágio – com o objetivo de realizar uma avaliação coletiva daquele processo de ensino e aprendizagem como um todo. Esse momento teria sido importante para a apreensão daquilo que se destacou como importante na perspectiva dos diversos agentes envolvidos, os aprendizados construídos tanto por alunos quanto por professores e evidenciar aos alunos que principal não é somente alfabetizá-los, mas sim, nós professores também sermos alfabetizados em conjunto com os alunos.

## Considerações Finais

Relatamos aqui as atividades de ensino e aprendizagem empregadas visando a formação de cidadãos cientificamente cultos, abordando aspectos socioculturais presentes nas relações das dimensões CTSA trabalhadas, aplicadas a um contexto social e educacional específico: uma escola pública de Goiânia ligada a uma universidade pública federal. A intervenção teve como objetivo dar encaminhamento a alguns problemas vivenciados na sala de aula tais como a desmotivação e apatia dos alunos durante as atividades que eram desenvolvidas nas aulas tradicionais de Física e a sua falta de criticidade quanto à percepção das relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente.

Durante as atividades percebemos a importância em abordar temas e assuntos vinculados ao cotidiano dos alunos. Entretanto, destacamos que tal motivação somente é perpetuada ao longo do processo de ensino e aprendizagem na medida em que são

agregados e evidenciados valores sociais, culturais e humanos e os alunos, em contrapartida, sejam capazes de se apropriar desses valores e dar sentido a eles em suas vidas. Nesse sentido, a abordagem CTSA é um elemento importante para tornar possível a motivação dos alunos entorno de seu processo de ensino e aprendizagem ao se trabalhar ***questões científicas socialmente relevantes*** (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004). Os resultados obtidos pela intervenção proposta quanto à motivação dos alunos através da discussão de temas que abordem valores mais amplos são similares aos resultados divulgados em outras sequências didáticas apresentadas na literatura CTS em ensino de ciências em que destacam principalmente a importância de atribuição de significado e valor a aquilo que é discutido em sala de aula e a sua relação com o conhecimento vivencial do aluno (ANDRADE; CARVALHO, 2002; TENREIRO-VIEIRA; VIEIRA, 2005).

Outro aspecto que destacamos é a construção de ambientes e momentos que estimularam ***a participação democrática dos alunos sobre o próprio processo de ensino e aprendizagem***, como ocorreu na etapa destinada à discussão de regras, em que os mesmos tiveram a oportunidade e a liberdade de decidirem como o debate seria desenvolvido e como eles próprios seriam avaliados. Os alunos tiveram a liberdade e a oportunidade de deliberarem sobre o próprio processo de ensino e aprendizagem, e sobre a forma com que seriam avaliados. Quanto ao debate, a real finalidade dessa etapa foi propor um momento de questionamento entre os próprios alunos, com o objetivo de colocar em xeque as concepções simplistas das relações CTSA, inicialmente por eles apresentadas, dando-lhes a oportunidade de expor ideias e exercitar sua capacidade de argumentação e raciocínio crítico, objetivando a apropriação de uma visão mais ampla, crítica e verdadeira da construção do conhecimento científico. Na literatura CTS em ensino de ciências, de modo semelhante, destacam-se amplamente a importância do debate e da discussão de ideias como elemento diferenciado para a promoção de uma cultura crítica e democrática da comunicação e avaliação da realidade tanto de forma global quanto aquela mais imediata ao aluno (VIEIRA; BAZZO, 2007; FARIAS; CARVALHO, 2012; LOPES; CARVALHO, 2013; SANTANA; BASTOS; TEIXEIRA, 2015). As estratégias de ensino e aprendizagem proporcionaram discussões sobre problemáticas científicas e tecnológicas contemporâneas, valorizando o questionamento reconstrutivo, o posicionamento crítico, a autonomia do sujeito como característica emancipatória, o debate enquanto momento de (re)construção de conhecimentos e formação de capacidades de argumentar/contra argumentar (DEMO, 2001). Tais aspectos possibilitam um ensino e aprendizagem que evidenciou o aluno e seu papel na sociedade ao empregar abordagens a situações-problema atuais, próxima aos alunos e motivadoras à formação de competências socialmente relevantes (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004).

Cada etapa da intervenção estava orientada para a alfabetização científica e tecnológica coletiva daquele grupo de alunos (FOUREZ, 2003), na qual se buscou ***construir uma cultura de comunicação orientada à deliberação social, a aquisição de saberes – forma de saber, saber-fazer e saber-ser – e uma cultura compartilhada de responsabilidade social e cívica***. Trata-se de uma alfabetização científica e tecnológica coletiva, pois "*nunca é inteiramente só que se afronta a realidade, mas também em grupo, em comunidade humana, em sociedade organizada. [...] Então, o*

*sujeito da alfabetização científica não é mais o indivíduo isolado, mas o grupo*" (FOUREZ, 2003, p. 114).

Ressaltamos, ainda, que a intervenção não teve o intuito de substituir o ensino regular de Física e de seus conceitos fundamentais, mas sim de complementá-lo, por meio de uma abordagem multi/interdisciplinar e despertar a motivação dos alunos ao estudo de assuntos científicos e a sua criticidade para questões contemporâneas pertinentes.

Apesar de todos os avanços quanto à compreensão dos alunos sobre as relações CTSA, não está se falando aqui que as atividades empregadas foram capazes 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 e 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 deve estar presente em toda a trajetória escolar das crianças e dos jovens brasileiros.

Entretanto, apesar do pouco tempo trabalhado com eles, esta experiência foi capaz de "abrir-lhes os olhos" a questões que eles – seja por uma cegueira causada pelo currículo ou pela forma tradicional do ensino de ciências que cede espaço e alimenta concepções como o "*mito do benefício infinito*" e o "*modelo linear de desenvolvimento*" (BAZZO; LINSINGEN; PEREIRA, 2003; ANDRADE; CARVALHO, 2002; RIBEIRO; GENOVESE; COLHERINHAS, 2011; 2012) – ainda não haviam se feito. Assim, ao elaborar e construir essas atividades foi estabelecido um ambiente onde os alunos não só tiveram a oportunidade de se envolverem como também construíram e desenvolveram conhecimentos em ciências, sobre ciências e o modo de fazer ciência por meio de discussões, elaboração de argumentos e problematizações que exigiram pensamentos elaborados e raciocínios críticos com alto valor cognitivo que, de certa forma, os aproximaram de uma visão mais abrangente, crítica e coerente das relações que a ciência estabelece com o desenvolvimento tecnológico, a sociedade e o meio ambiente.

## Referências


ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MAS, M. A. M. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias,** v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003. Disponível em: <http:// http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2014.

AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context of Science. **Science Education,** n. 69, p. 453-475, 1985.

AIKENHEAD, G. S. Consequences to learning Science through STS: research perspective. In: SOLOMON, J;. AIKENHEAD, G.S. (Ed.) **STS education: international perspectives on reform.** New York: Teachers College Press, p. 169-186, 1994.

ALVES, J. A. P.; CARVALHO, W. L. P. Significados que alunos do ensino médio atribuem à ciência e tecnologia pela vivência de diferentes perspectivas de um caso de dano socioambiental. In: ORQUIZA-DE-CARVALHO, L. M.; CARVALHO, W. L. P. (Org.) **Formação de Professores e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências.** São Paulo: Escrituras, p. 225-248, 2012.

ANDRADE, E. C. P.; CARVALHO, L. M. O pro-álcool e algumas relações CTS concebidas por alunos de 6ª série do ensino fundamental. **Ciência & Educação** (Bauru), n. 8, v. 2, p. 167-185, 2002.

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.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação.** Porto: Porto, 1994.

BORTOLETTO, A.; CARVALHO, W. L. P. Temas sociocientíficos: análise dos processos argumentativos no contexto escolar. In: ORQUIZA-DE-CARVALHO, L. M.; CARVALHO, W. L. P. (Org.) **Formação de Professores e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências.** São Paulo: Escrituras, p. 249-270, 2012.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Ciência, Educação em Ciência e Ensino de Ciências.** Lisboa: Ministério da Educação, 2002.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da Educação às Orientações para o Ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação,** Bauru, n. 10, v.3, p. 363-381, 2004.

DEMO, P. **Saber Pensar***.* São Paulo: Cortez, 2001.

ENGELHARDT, H. & CAPLAN, A. **Scientific Controversies.** New York: Cambridge University Press, 1987.

FARIAS, C. R. O.; CARVALHO, W. L. P. Do arquivo à escola: interpretações em torno de um caso controverso de direito ambiental no ensino médio. In: ORQUIZA-DE-CARVALHO, L. M.; CARVALHO, W. L. P. (Org.) **Formação de Professores e Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências.** São Paulo: Escrituras, p. 293-223, 2012.

FEYERABEND, P. **Contra o Método.** São Paulo: Editora UNESP, 2007.

FOUREZ, G. **A Construção Das Ciências:** introdução à filosofia, e à ética das ciências. Livraria UNESP, 1995.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em ensino de ciências,** Porto Alegre, n. 8, v. 2, p. 109-123, 2003.

GENOVEZ, L. G. R. Diário de Aprendizagem: construção, categorização e considerações. In. Borges, P. F. et al. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física.** Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0372-1.pdf>. Acesso em 04 jul. 2014.

GIL-PÉREZ, D. G.; CARRASCOSA-ALIS, J. Bringing Pupils' Learning Closer to a Scientific Construction of Knowledge: A Permanent Feature in Innovations in Science Teaching. **Science Education,** n. 78, v. 3, p. 301-315, 1994.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Importância da Educação Científica na Sociedade Actual. In: Cachapuz, A. et al. (Ed.) **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências.** São Paulo: Cortez, 2011.

GRANGER, G. G. **A Ciência e as Ciências.** São Paulo: Editora UNESP, 1994.

HABERMAS, J. **Técnica e Ciência Como "Ideologia".** Lisboa: Edições 70, 2011.

HODSON, D. **Teaching and learning about Science***.* Rotterdam: Sense Publishers, 2009.

IAEA. **The Radiological Accident In Goiania.** Vienna: IAEA, 1988.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M.; FEDERICO-AGRASO, M. A argumentação sobre questões sociocientíficas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. **Educação em Revista,** Belo Horizonte, n. 43, p. 13-33, 2006.

JOVER, J. N.; La ciencia y la tecnología como procesos sociales: Lo que la educación científica no debería olvidar. Sala de leitura CTS+I, 2000. Disponível em: http://www.oei.es/salactsi/nunez00.htm. Acesso em: 24 fev. 2014.

LOPES, N.C.; CARVALHO, W. L. P. Possibilidades e Limitações da Prática do Professor na Experiência com a Temática Energia e Desenvolvimento Humano no Ensino de Ciências**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 207-226, 2013.

MACHADO, V.; PINHEIRO, N. A. M. Investigando a Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões: aplicações na disciplina de física no ensino de engenharia. **Ciência & Educação,** Bauru, n. 16, v. 3, 525-542, 2010.

MION, R. A. CTSA e o Ensino de... (Física): uma experiência no processo ensino-aprendizado formal. In: CAMARGO, S. et. al. (Org.) **Controvérsias na Pesquisa em Ensino de Física.** São Paulo: Livraria da Física, p. 363-389, 2014.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G**. Metodologia de Pesquisa para o Professor Pesquisador.** Rio de Janeiro. DP&A. 2006.

NICOLESCU, B. et al. **Educação e transdisciplinaridade.** Brasília: Edições UNESCO, 2000.

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

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, Bauru, n. 13, v. 2, p. 141-156, 2007.

REIS, P. A discussão de assuntos controversos no ensino de ciências. **Inovação***,* n. 12, p. 107-112, 1999.

RIBEIRO, T. V.; GENOVESE, L. G. R.; COLHERINHAS, G. Concepções de estudantes do ensino médio sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011, Manaus. **Anais Eletrônicos...** Manaus: UFA, 2011. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0356-1.pdf. Acesso em: 24 fev. 2014.

RIBEIRO, T. V.; GENOVESE, L. G. R.; COLHERINHAS, G. O Ensino por Pesquisa no Ensino Médio: discussão de questões CTSA em uma alfabetização científico-tecnológica. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2012, Campinas. **Anais eletrônicos...** Campinas: UNICAMP, 2012. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0610-1.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2014.

RIOS, E.; SOLBES, J. Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnologia y las ciencias: una propuesta con resultados. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias,** v. 6, n. 1, p. 32 - 55 2007. Acesso em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen6/ART3_Vol6_N1.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2013.

ROSENTHAL, D. B. Two approaches to Science – Technology – Society (STS) education. **Science Education**, n. 73, v. 5, p. 581-589, 1989.

SANTANA, T. A.; BASTOS, A. P. S.; TEIXEIRA, P. M. M. Nossa alimentação: análise de uma sequência didática estruturada segundo referenciais do Movimento CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 1, p. 105-122, 2015.

SOLOMON, J. **Teaching Science, Technology and Society.** Buckingham: Open University Press, 1994.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impacto de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005.

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,** Campinas, v. 1, n. especial, 2007.

VILLANI, A.; BAROLLI, E.; ARRUDA, S. Contribuições da psicanálise para uma metodologia de pesquisa em educação em ciências. In: Santos, F. & Greca, I. (Orgs.). **A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias.** Ijuí: Ed. Unijui, p. 323-390, 2006.

WAKS, L. J. Filosofía de la educación en CTS. Ciclo de responsabilidad y trabajo comunitario. In: Alonso, A.; Ayestarán, I.; Ursúa, N. (Orgs). **Para comprender Ciencia, Tecnología Y Sociedad.** Estella: EVD, p. 19-33, 1996.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZIMAN, J. **Enseñanza y aprendizaje sobre la ciencia y la sociedad.** México: Fondo de Cultura Económica, 1985.

ZIMAN, J. **O conhecimento confiável:** uma exploração dos fundamentos para a crença na ciência. Campinas: Papirus, 1996.

**Submissão: 27/05/2014**

**Aceite: 05/01/2016**