



## ABORDAGEM DA ELETRICIDADE ATMOSFÉRICA POR MEIO DA EDUCAÇÃO CTS NO ENSINO MÉDIO

MARIA LUCIA SOARES PEDROSO

Mestre. Universidade Cruzeiro do Sul e Escola Estadual Ana Candida de Figueiredo. E-mail: marialucia-css@outlook.com

MAURO SÉRGIO TEIXEIRA DE ARAÚJO

Doutor. Universidade Cruzeiro do Sul. E-mail: mstaraujo@uol.com.br

**Resumo:** Este trabalho apresenta a elaboração, implantação e avaliação de uma Sequência Didática sobre conceitos de eletricidade atmosférica envolvendo uma abordagem contextualizada baseada na Educação CTS e em aspectos da Natureza da Ciência, a fim de desconstruir mitos relacionados a esse fenômeno, facilitar o entendimento de conceitos científicos e promover a prevenção de riscos relacionados às descargas elétricas, por meio de atividades que estimulem a participação ativa e reflexiva dos estudantes. A Sequência Didática foi aplicada a 30 alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola Estadual no município de São Sebastião do Paraíso - MG, no componente curricular de Física. O referencial adotado contempla autores que discutem o ensino de Ciências sob a ótica CTS. Os objetivos foram analisar as competências e habilidades proporcionadas pelas atividades didáticas desenvolvidas e formação crítica e reflexiva de um cidadão ativo e participativo no mundo contemporâneo, avaliar o uso da experimentação como recurso capaz de possibilitar ao aluno descrever e explicar os fenômenos físicos ligados à Eletricidade e conectados ao seu cotidiano e, ainda, investigar encaminhamentos pedagógicos que favoreçam a interdisciplinaridade. Os resultados apontaram para uma aprendizagem satisfatória dos conceitos relacionados à eletricidade atmosférica, tendo em vista os seminários, relatórios e questionários respondidos antes e após as intervenções. A abordagem possibilitou que os alunos compreendessem elementos típicos da Educação CTS e da Natureza da Ciência, permitindo ampliar sua conscientização acerca de questões socioambientais, favorecendo a construção de conhecimentos relacionados aos conceitos que envolvem a eletricidade atmosférica.

**Palavras-chave:** Sequência Didática, Eletricidade Atmosférica, Educação CTS.

## APPROACH OF ATMOSPHERIC ELECTRICITY UNDER THE STS EDUCATION IN HIGH SCHOOL

**Abstract:** This work presents the elaboration, implementation and evaluation of a Didactic Sequence about concepts of atmospheric electricity involving a contextualized perspective based on the STS Education and aspects of the Nature of Science, in order to deconstruct myths related to that phenomenon, to facilitate the understanding of scientific concepts and promote the prevention of risks related to electrical discharges through activities that stimulate the active and reflexive participation of students. The didactic sequence was applied with 30 students of the third year of High School of a State school in the municipality of São Sebastião do Paraíso - MG, in the curricular component of Physics. The adopted framework contemplates authors who discuss the teaching of Sciences from the STS point of view. The objectives were to analyze the skills and abilities provided through the didactic



## ARTIGO ORIGINAL

activities developed, the critical and reflexive formation of an active and participatory citizen in the contemporary world, to evaluate the use of experimentation as a resource capable of enabling the student to describe and explain the physical phenomena linked to Electricity and connected to their daily life, and also to investigate pedagogical routes that favor interdisciplinarity. The results pointed to a satisfactory learning of the concepts related to atmospheric electricity, considering the seminars, the written reports and the questionnaires answered before and after the interventions. The approach allow the students to understand some typical elements of the STS Education and the Nature of Science, which made it possible to broaden their awareness about socioenvironmental issues, promoting the construction of knowledge related to concepts involving atmospheric electricity.

**Keywords:** Didactic Sequence, Atmospheric Electricity, STS Education.



## ARTIGO ORIGINAL

### INTRODUÇÃO

O ensino tradicional de Ciências tem sido questionado na medida em que a sociedade contemporânea preocupa-se cada vez mais com os desafios a serem enfrentados e com a necessidade de uma formação mais crítica e participativa dos cidadãos.

Estamos em contato diário com situações que envolvem fenômenos naturais investigados e explicados pela Física, com impactos na vida social e no meio ambiente. Ao mesmo tempo nos deparamos com mitos e elementos do senso comum que envolvem aspectos da Ciência. Assim, visando abordar mitos relacionados com a Eletricidade realizamos uma investigação sobre o tema Eletricidade Atmosférica considerando que a incidência de raios faz parte do cotidiano das pessoas e desperta interesse, gerando riscos de morte e acidentes graves.

Segundo Freire (1992), a educação deve proporcionar um “conhecimento crítico da realidade”, possibilitando “uma leitura crítica do mundo”. Esse aspecto constitui elemento central de uma abordagem adequada e alinhada às demandas da sociedade, concorrendo para isso a problematização e a contextualização temática, a desconstrução dos mitos construídos historicamente e, ainda, desenvolver a compreensão acerca de diversas interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

Para explicar algum fenômeno que não tinha explicação científica, os mitos foram criados e transmitidos de geração em geração através de narrativas orais, sendo caracterizados por manipularem a emoção, a crença em geral e apoiarem dogmas. Chrétien (1994) aponta que a hegemonia da Ciência na sociedade moderna a coloca na condição de assumir as funções cujas titulares ela expulsou, isto é, os mitos.

Nesta pesquisa temos como objetivo

implantar uma Sequência Didática sobre Eletricidade Atmosférica a fim de desconstruir mitos relacionados a esse fenômeno e facilitar o entendimento de conceitos científicos que promovam a prevenção de riscos relacionados às descargas elétricas. Para isso, nos apoiamos na Educação CTS para desenvolver nos alunos mudanças no modo de compreender e lidar com a Ciência e a Tecnologia, preparando-os para o exercício da cidadania (SANTOS, 2005).

Desse modo, no âmbito da Eletricidade, área da Física abordada no 3º ano do Ensino Médio, a Eletricidade Atmosférica é tema relevante que justifica sua abordagem por envolver conceitos científicos que permitem explorar e estabelecer conexões com inúmeras situações cotidianas, favorecendo a contextualização e incentivando a emergência de uma visão científica e crítica nos alunos e sua participação reflexiva na sociedade.

O ensino de Ciências deve estimular o crescimento individual e social dos estudantes, por meio de práticas pedagógicas que valorizem as suas aprendizagens anteriores. No Brasil, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 2006) e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2002, p. 46-47) destacam a importância do desenvolvimento de um ensino de Ciências voltado à formação da “[...] autonomia crítica do educando, esta deve dar-se sob três aspectos: intelectual, político e econômico [...]; da alfabetização científica e tecnológica [...] para que os alunos compreendam a predominância de aspectos técnicos e científicos na tomada de decisões sociais significativas [...]”.

Assim, elucidando aspectos da Eletricidade Atmosférica é possível abordar conceitos científicos como carga elétrica, poder das pontas, processos de eletrização, blindagem eletrostática, entre outros. Por outro lado, são criadas



## ARTIGO ORIGINAL

condições para que se incorpore ao ensino de conceitos físicos informações relacionadas à realidade vivencial dos estudantes, favorecendo o entendimento de situações cotidianas, o que fizemos por meio da investigação e autonomia de ação e pensamento. Para Lewin e Lomascólo (1998, p. 148):

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como 'projetos de investigação' favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes, tais como curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas afirmações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais.

Assim, realizamos a pesquisa tendo como questão norteadora: Quais são as contribuições formativas decorrentes da implantação de uma Sequência Didática baseada na Educação CTS envolvendo o tema Eletricidade Atmosférica para alunos do Ensino Médio?

Visando responder a essa questão, buscamos integrar e articular uma Sequência Didática alicerçada em Kobashigawa *et al.* (2008), amparada por experimentações, visitas guiadas, seminários e aulas expositivas dialogadas, visando aperfeiçoar os processos de ensino e aprendizagem de tópicos da Física.

### A EDUCAÇÃO CTS NO ENSINO DE ELETRICIDADE

Nesta pesquisa, investigamos uma proposta de ensino de Física baseada na Educação CTS entendendo que ela permite contextualizar e questionar temas e situações atuais, favorecendo a participação ativa dos cidadãos e o debate de aspectos relacionados à Ciência, à Tecnologia e à

Sociedade. A contextualização temática é defendida por Araújo e Formenton (2012, p. 53):

Por meio da abordagem temática contextualizada conseguimos proporcionar alguns avanços nas concepções dos alunos acerca de ideias que envolvem importantes relações CTS.

Por sua vez, Cunha (2006, p. 126) salienta que “a contribuição do movimento CTS para o Ensino de Ciências reside na promoção de conhecer, valorizar e usar a tecnologia na vida das pessoas, como também usar essas informações nas questões sociais”. Melo e Santos (2013, p.2) destacam que “o movimento CTS tem defendido a consolidação do ensino de Ciências para a formação da cidadania, assumindo como objetivo o desenvolvimento de valores e da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica”.

A Educação CTS se insere em um movimento de renovação curricular que busca ampliar os objetivos da formação científica e tecnológica nas escolas e aperfeiçoar os processos de ensino e aprendizagem de Ciências (AIKENHEAD, 2002). Segundo García *et al.* (1996), a sociedade passou a manifestar insatisfação quanto à concepção tradicional de Ciência e Tecnologia (C&T), os problemas políticos e econômicos relacionados ao desenvolvimento científico e tecnológico e aos impactos e degradação ambiental, havendo preocupação com a contextualização social do ensino de Ciências (PEDRETTI *et al.*, 2008).

Assim, assume relevância questionamentos sobre problemas reais do mundo contemporâneo como aqueles relacionados à degradação ambiental, doenças e desigualdade social. Martínez-Pérez (2012, p. 32) afirma que, sob influência de trabalhos da Espanha e de Portugal,

o movimento CTS emerge no Brasil, destacando que ensinar ciências “deve ir além da mera apresentação de teorias, leis e conceitos científicos, implicando a reflexão sobre o que os estudantes entendem por ciência e tecnologia na sociedade em que vivem”.

Segundo Bybee (1987, apud BISPO-FILHO, 2012, p. 43) as propostas curriculares em CTS estão alicerçadas em três pilares: objetivo, estrutura conceitual e estratégias de ensino. Os objetivos incluem desenvolvimento de habilidades e valores necessários para o cidadão atuar com questões científicas e tecnológicas e buscar soluções práticas para essas questões. A estrutura do currículo envolve processos de investigação e de interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, ligadas a interesses pessoais e coletivos. Para facilitar as interações CTS devem ser promovidos estudos de temas locais, de interesse social e global. As estratégias de ensino incluem processos de investigação que sugerem a participação ativa do estudante na obtenção de informações e tomada de decisões para solução de problemas.

Esses elementos típicos da Educação CTS se associam às orientações pedagógicas presentes em documentos oficiais (BRASIL, 2002, 2018), que apontam para a necessidade de se formar os jovens de modo que não apenas adquiram conhecimentos da Física, mas que esse conhecimento possa auxiliá-los a pensar, agir e interferir em situações reais de seu cotidiano.

Para que essas finalidades sejam atingidas, é necessário desenvolver nos estudantes habilidades de pensamento crítico, como: observar, experimentar, investigar, interpretar, reconhecer, construir, entre outras.

O Currículo Básico Comum (CBC), documento formulado pela Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais (SEE/MG), estabelece os conhecimentos, habilidades e competências a

serem adquiridos pelos alunos na Educação Básica, expressando ainda aspectos fundamentais de cada disciplina.

No 3º ano do Ensino Médio no currículo de Física em eletrostática detalha diversas habilidades que contemplamos na pesquisa, entre as quais destacamos a compreensão de:

- conceito de carga elétrica e as diferenças entre condutores e isolantes
- processos de carga por atrito e indução, e aplicações da eletrização no cotidiano.
- forças elétricas como uma manifestação da ação a distância entre cargas elétricas, permitindo explicar as forças de atração e repulsão entre cargas elétricas, corpos eletricamente neutros e corpos eletrizados.
- saber resolver problemas usando a expressão matemática da Lei de Coulomb.
- conceito de campo elétrico, sabendo representar as linhas de força geradas por cargas isoladas e sistemas de cargas, entendendo os fenômenos eletrostáticos com base nesse campo.

Na busca de articular ensino de Eletricidade com preceitos da Educação CTS, foram empregados recursos didáticos como, debates, experimentos, aulas expositivas e seminários, visando gerar aprendizagem dos conceitos científicos, desenvolver o pensamento crítico e a capacidade de entender e intervir na realidade social local dos estudantes, como defendem os PCN (BRASIL, 2006, p. 24) ao afirmarem que:

O aprendizado das Ciências, da Matemática e suas Tecnologias pode ser conduzido de forma a estimular a efetiva participação e responsabilidade social dos alunos, discutindo possíveis ações na realidade em que vivem, desde a difusão de conhecimento a ações de controle ambiental ou intervenções significativas no bairro ou localidade, de forma a que os alunos sintam-se de fato detentores de um saber



significativo.

Conforme o Projeto Político Pedagógico (PPP, 2012, p.10) da escola pesquisada, a educação oferecida deve evidenciar a contextualização, a interdisciplinaridade e a transversalidade visando preparar para trabalho, cidadania do educando e aprendizagem contínua, aprimorando-o como pessoa humana, incluindo a formação ética, a autonomia intelectual e o pensamento crítico, propiciando, ainda, compreensão de fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos.

Assim, é fácil perceber que as diretrizes desta investigação e seu objetivo central se alinham com as diretrizes da escola explicitadas em seu PPP, com o CBC de Minas Gerais e com os documentos oficiais do Ministério da Educação (MEC), sendo essa integração favorecida pela Educação CTS aplicada ao tema Eletricidade Atmosférica.

Ao mesmo tempo, esses objetivos se alinham aos preceitos defendidos por Cachapuz *et al.* (2005) para o ensino de Ciências, muitos deles integrados nesta pesquisa:

- a) apresentação de problemas abertos, com nível de dificuldade adequado ao aluno, para que tomem decisões cientificamente amparadas;
- b) reflexão sobre o interesse das situações propostas que deem sentido ao estudo;
- c) apresentação de estratégias, incluindo seminários e atividades experimentais;
- d) dimensão coletiva do trabalho científico, organizando equipes de trabalho e auxiliando a interação entre elas.

Buscamos, portanto, promover reflexões sobre as situações propostas, conduzindo o aluno ao trabalho coletivo, envolvendo na investigação 30 alunos do 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Ana Cândida de Figueiredo, na cidade de

São Sebastião do Paraíso, Minas Gerais.

## UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS

Enfatizaremos alguns aspectos dos recursos didáticos e metodológicos que subsidiaram esta investigação, como o Laboratório Investigativo e os Espaços não formais de aprendizagem.

### LABORATÓRIO INVESTIGATIVO

As atividades experimentais no ensino de Física permitem contextualizar e problematizar os conteúdos, estimulando competências, habilidades e a elaboração de conceitos necessários à solução de problemas, permitindo a construção do conhecimento científico através da reflexão, argumentação e interação.

Nesta modalidade de laboratório não se enfatiza a comprovação e verificação de leis ou teorias, sendo o foco possibilitar ao aluno trabalhar com sistemas físicos reais e a busca da solução de problemas cujas respostas não são pré-concebidas (CARVALHO, 2010).

Para amenizar a excessiva abstração teórica da Física, Araújo e Abib (2003) defendem a experimentação como uma ferramenta que pode minimizar as dificuldades enfrentadas no ensino tradicional por meio do estímulo à participação ativa dos estudantes e à criação de um ambiente motivador. As atividades contempladas no Laboratório Investigativo, com suas características e objetivos, se alinham ao que defendem autores como Demo (1997), que enfatiza o Educar pela Pesquisa, e Moraes, Ramos e Galiazzi (2002), para quem a pesquisa deve integrar a sala de aula. Na visão de Azevedo (2008, p. 31), “a investigação consiste, exatamente, na busca incessante pela solução de um problema proposto”, gerando mudanças na atitude dos estudantes e dos professores.



## ARTIGO ORIGINAL

Entendemos que o laboratório investigativo, por si só, não garante a construção do conhecimento pelo aluno, pois é preciso que o docente saiba conduzir o processo, respeitando o tempo, atitudes e habilidades de cada aluno.

Nos alinhamos a Serè, Coelho e Nunes (2003), quando apontam que a experimentação favorece a articulação entre o mundo dos objetos, dos conceitos, leis e teorias, tendo papel importante na formação do indivíduo. No âmbito da Educação CTS, Santos e Schnetzler (2010) apontam para estratégias como: discussões estruturadas, debates, projetos, pesquisas de campo, visitas a museus, entrevistas e estudos de casos envolvendo problemas reais e concretos, aspectos que buscamos integrar nesta pesquisa.

Todos os recursos e estratégias empregadas na Educação CTS devem instigar os estudantes à resolução de problemas, fomentar a capacidade de tomada de decisão e enfatizar a formação para a cidadania (SANTOS, 2005; MORAES, ARAÚJO, 2012), o que se alinha ao CBC (SEE, 2005, p. 54), pois esse defende que “cabe ao professor criar situações de aprendizagem de modo que o aluno pense mais criticamente sobre o mundo, sobre as razões dos problemas ambientais”. Portanto, temas com relevância social como a Eletricidade Atmosférica podem ser usados para organizar os conteúdos de Física.

### ESPAÇOS NÃO FORMAIS

Os espaços não formais possuem grande potencial de investigação e descoberta para todos que o visitam. Contudo, para uma prática educacional eficaz, o professor deve estar atento à escolha do local e também à finalidade considerando os conteúdos escolares.

Para Marandino (2008), o museu é um trajeto aberto, onde o visitante deve ser cativado pela exposição, de modo que:

Em uma exposição de museu, as informações que aparecem na forma de textos, imagens, aparatos interativos, objetos contemplativos, têm a função de cativar o público, ensinar e divulgar conhecimentos. Estas informações recebem um tratamento específico para torná-las acessíveis e fazerem sentido para os variados públicos que visitam o museu. (MARANDINO, 2008, p. 20)

Rocha e Fachín-Terán (2010) salientam a importância dos espaços não formais para o ensino de Ciências, destacando a relevância da escola nesse processo, pois é mais fácil promover a educação científica com a parceria entre a escola e esses espaços, devendo o professor fazer a visita prévia ao ambiente (CACHAPUZ, 2005). Os alunos devem buscar nesses espaços informações e recursos que permitam a solução dos problemas investigados, o que favorece sua conscientização acerca do impacto da C&T na Sociedade (ELIAS, AMARAL e ARAÚJO, 2007).

Nesse sentido, a educação que acontece nos espaços não formais “compartilha muitos saberes com a escola, muitos dos quais são construídos, a partir das teorias elaboradas pelas ciências da educação” (ROCHA; FACHÍN-TERÁN, 2010), tornando-se desejável a parceria da escola com outros espaços para se alcançar uma educação capaz de favorecer a aprendizagem científica.

Assim, os espaços não formais de educação permitem compartilhar experiências e situações interativas, contribuindo para que os indivíduos ampliem sua autoestima e visão de mundo e exercitem a cidadania, objetivos da Educação CTS.

### A PESQUISA-AÇÃO COMO BASE PARA A INVESTIGAÇÃO

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa



participante que une a pesquisa à ação ou prática, desenvolvendo conhecimento e compreensão como parte dessa prática. É, portanto, um modo de se fazer pesquisa em situações em que se deseja melhor compreender a prática. Barbier (2004, p. 25) afirma que a pesquisa-ação é uma:

[...] forma de investigação baseada em uma autorreflexão coletiva empreendida pelos participantes de um grupo social de maneira a melhorar a racionalidade e a justiça de suas próprias práticas sociais e educacionais, como também o seu entendimento dessas práticas.

Por sua vez Gil (2007, p. 143) afirma que:

[...] a pesquisa-ação pressupõe uma participação planejada do pesquisador na situação problemática a ser investigada. O processo de pesquisa recorre a uma metodologia sistemática, no sentido de transformar as realidades observadas, a partir da sua compreensão, conhecimento e compromisso para a ação dos elementos envolvidos na pesquisa.

Uma característica desta pesquisa é permitir intervir na prática de modo inovador no decorrer do processo de pesquisa, conforme se buscou ao longo de nossas intervenções, e não apenas como recomendação final. Segundo Barbier (2004, p. 54), a pesquisa-ação reconhece que o problema:

[...] nasce num contexto preciso, de um grupo em crise. O pesquisador não o provoca, mas constata-o, e seu papel consiste em ajudar a coletividade a determinar todos os detalhes mais cruciais ligados ao problema, por uma tomada de consciência dos atores do problema numa ação coletiva.

Nesse contexto, a pesquisa-ação é um instrumento adequado para uma pesquisa

relacionada à prática, neste caso à docência.

## PLANEJAMENTO DAS INTERVENÇÕES

Destacaremos aqui os aspectos didáticos e metodológicos envolvidos na pesquisa, com ênfase nos seminários sobre Eletricidade Atmosférica, bem como os critérios de seleção do material de apoio e preparação das atividades.

Segundo Kobashigawa *et al.* (2008), a Sequência Didática é um conjunto de atividades, estratégias e intervenções planejadas etapa por etapa pelo docente, para propiciar o entendimento do conteúdo ou tema proposto.

Santos e Schnetzler (2010) sintetizam que uma Sequência Didática na Educação CTS deve desenvolver no aluno a tomada de decisão, a compreensão da Natureza da Ciência e do seu papel na sociedade, contribuindo para a cidadania e para o entendimento das implicações sociais da Ciência (SANTOS, 2005; MORAES, ARAÚJO, 2012). Auler (2007) complementa apontando ser objetivo da Educação CTS formar cidadãos que tenham pensamento crítico e independência intelectual. Amparados nos apontamentos de Santos e Schnetzler (2010) e Auler (2007), organizamos a seguinte Sequência Didática:

1º - Aplicação de um pré-teste abordando conceitos básicos de eletricidade atmosférica e questões relacionadas à Educação CTS, o que foi feito na primeira aula.

2º - Duas aulas expositivas dialogadas abordando conceitos, fatos, princípios, teorias e mitos relacionados à Eletricidade Atmosférica.

3º- Apresentação dos seminários sobre os temas propostos, atividade realizada ao longo de quatro aulas:

Grupo 1: A história da Eletricidade.

Grupo 2: Mitos e crendices a respeito das



## ARTIGO ORIGINAL

descargas elétricas

Grupo 3: Sistemas de proteção de descargas elétricas.

Grupo 4: Desastres com descargas elétricas.

Grupo 5: Impactos Sociais e Econômicos das descargas atmosféricas.

Grupo 6: Formações geológicas que propiciam descargas eletrostáticas (com levantamento histórico na região de São Sebastião do Paraíso-MG).

6º - Aula Experimental (demonstrativa e conceitual) envolvendo eletricidade atmosférica, conceitos e situações do cotidiano, envolvendo um total de seis aulas.

7º - Visita Técnica ao Museu Catavento na cidade de São Paulo com roteiro estruturado.

8º - Aplicação de um pós-teste abordando conceitos de Eletricidade Atmosférica e questões relacionadas à Educação CTS, sendo esta aplicação realizada em uma aula.

A turma foi dividida em cinco grupos de cinco alunos para facilitar as observações e a coleta de dados, os quais realizaram as mesmas atividades experimentais e nos seminários cada grupo apresentou um tema previamente pesquisado.

## APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A investigação foi iniciada com uma sondagem conceitual (L1) visando identificar os conhecimentos prévios de Eletricidade Atmosférica entre os alunos. Após isto, os alunos

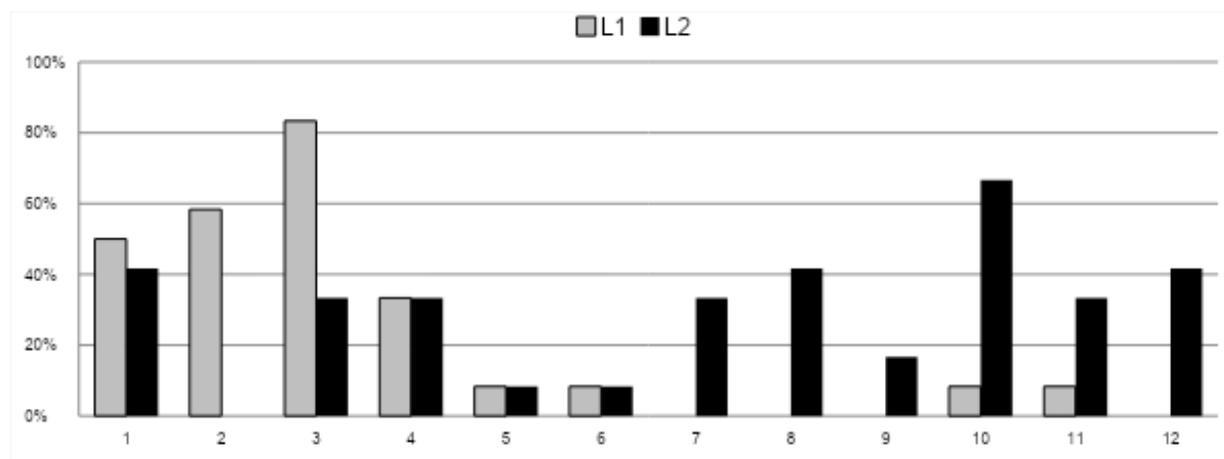
foram orientados a escolher os temas para apresentação dos seminários, organizar os materiais para confecção dos experimentos que seriam utilizados no Laboratório Investigativo 1 (LI1) (Estudo dos Efeitos Eletrostáticos) e 2 (LI2) (Percebendo o Campo Elétrico), e demais atividades previstas, totalizando sete semanas (14 horas-aula). Depois das intervenções, efetuamos um segundo levantamento (L2), contendo, além das questões presentes em L1, duas questões relacionadas à avaliação da Sequência Didática desenvolvida ao longo de um ano letivo. Salientamos que as fontes de dados de análise empregadas neste trabalho são os dois questionários aplicados no início (L1) e ao final das atividades de intervenção (L2), as atividades experimentais, os seminários apresentados envolvendo os temas propostos e, ainda, a visita técnica feita ao Museu Catavento. Esse conjunto de fontes nos permitiu identificar diversos apontamentos dos estudantes sinalizando para a aprendizagem dos conceitos abordados.

As respostas dos alunos foram agrupadas em categorias de síntese sendo que a identificação “L1Q2A3” significa a resposta do aluno 3 à questão 2 no Levantamento 1.

Questão 1) Exemplifique situações do seu cotidiano envolvendo a eletricidade.

Observamos que após as intervenções os alunos ampliaram seu rol de termos relacionados à Eletricidade, como mostra a categoria “Descargas Atmosféricas”, indicando seu uso em diversos aparatos científicos e tecnológicos.

Figura 1: Eletricidade em situações do cotidiano.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observamos que após as intervenções os alunos ampliaram seu rol de termos relacionados à Eletricidade, como mostra a categoria “Descargas Atmosféricas”, indicando seu uso em diversos aparatos científicos e tecnológicos.

Destacamos que há redução significativa em citações de sistemas de comunicação e informação e aumento de respostas envolvendo raios, para-raios e rede elétrica, temas que atraíram maior interesse pelo assunto.

Na categoria de análise “Eletrodomésticos”, percebemos que no pré-teste os alunos conectaram o termo Eletricidade a aparelhos de seu dia-a-dia como TV, lâmpadas, chuveiro, micro-ondas e principalmente celulares.

Com relação a essa categoria, notamos que, no pós teste, apenas 33% dos alunos citaram o celular, contra 83% no pré-teste. Isso ocorreu devido às aulas, seminários e experimentos, onde o termo eletricidade foi abordado dando ênfase a fenômenos sobre transporte de eletricidade, consumo, sistemas de proteção contra descargas elétricas, processos de eletrização, desastres ambientais, crise energética, dentre outros.

No pós-teste, 42% dos alunos citaram, na categoria “Científicos”, experimentos como

referência ao termo Eletricidade, pois integraram às intervenções duas experiências construídas pelos alunos com materiais de baixo custo, como o pêndulo eletrostático de uma e duas esferas, gaiola de Faraday, carga de prova, e também a visita ao Museu Catavento, onde tiveram contato com o gerador de Van De Graaff.

A figura 2 ilustra a construção do pêndulo eletrostático pelos alunos durante o LI1.

Figura 2: Construção do pêndulo eletrostático no Laboratório Investigativo 1.



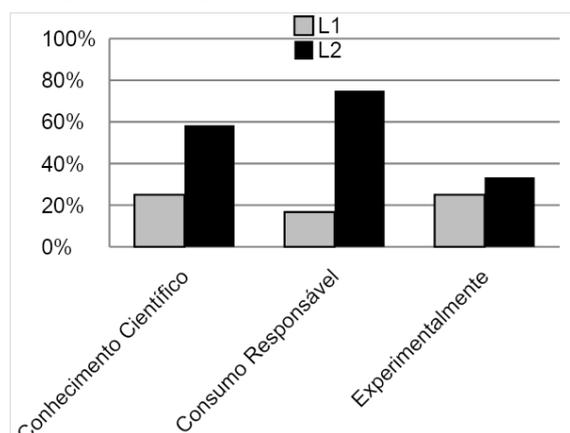
Fonte: acervo dos autores.

Os alunos explanaram desde a Grécia antiga até os dias atuais, sobre a origem dos termos positivo e negativo, a garrafa de Leyden, os processos de eletrização, o experimento de Galvani, a pilha de Alessandro Volta, bem como

as inúmeras máquinas elétricas que surgiram ao longo da história.

Questão 2) Como a Física deve ser ensinada para ajudá-lo no exercício da cidadania?

Figura 3: Propósitos do Ensino de Física.



Fonte: Dados da pesquisa.

Tendo como apoio a Análise de Conteúdo de Bardin (2009), criamos as três categorias mostradas na Figura 3, sendo que a categoria “Conhecimento Científico” surgiu de falas dos alunos sobre a necessidade de se saber manusear equipamentos elétricos, leitura de manuais, conceitos de corrente e tensão elétricas, fios de alta tensão, cálculo do consumo de energia elétrica residencial, dentre outros, sendo um exemplo de fala dado a seguir.

Minha família se preocupa com consumo de eletricidade na hora do banho. Quero saber como esse consumo é calculado e se o chuveiro gasta muito energia mesmo. (L1Q2A9)

A categoria “Consumo Sustentável” surgiu da fala dos alunos sobre a necessidade de se relacionar conteúdos de Física com meio ambiente e problemas socioambientais.

De modo que eu veja o impacto que causo na

natureza. (L2Q2A8)

Deve ser ensinada de modo que responda minhas dúvidas e me torne uma cidadã consciente e crítica. (L2Q2A10)

Já a categoria “Experimentalmente” remete aos experimentos LI1 e LI2 (L2), bem como em anos anteriores (L1), onde os alunos puderam reconhecer conceitos científicos através de aulas experimentais, como se constata nas falas:

No experimento que usamos a caixa com água e o canudinho eletrizado, a professora explicou que a água é polarizada e por isso ela é atraída pela bexiga. Assim deve ocorrer nas nuvens quando elas acumulam cargas elétricas e descarregam para o solo. Isso leva a entender que no momento em que as nuvens estão carregadas, devemos nos esconder. (L2Q2A13)

Aquele experimento da gaiola me fez acreditar que estamos protegidos dentro de um carro durante a tempestade. (L2Q2A3)

Percebemos dessas falas que os alunos adquiriram conhecimentos de Física e estabeleceram relações com situações práticas.

As abordagens proporcionadas por dois grupos (Grupo 4: Desastres com descargas elétricas e Grupo 5: Impactos Sociais e Econômicos das descargas atmosféricas) que trataram de temas socioambientais como lixo, poluição, queimadas, aquecimento global, energia, descarte adequado de resíduos, ampliaram nos alunos a responsabilidade e a consciência socioambiental, o consumo consciente de energia, a utilização de recursos renováveis e a preservação ambiental. O Grupo 5 buscou incentivar ações sustentáveis e o bem-estar social da comunidade onde vivem e o exercício da cidadania (SANTOS, 2005).

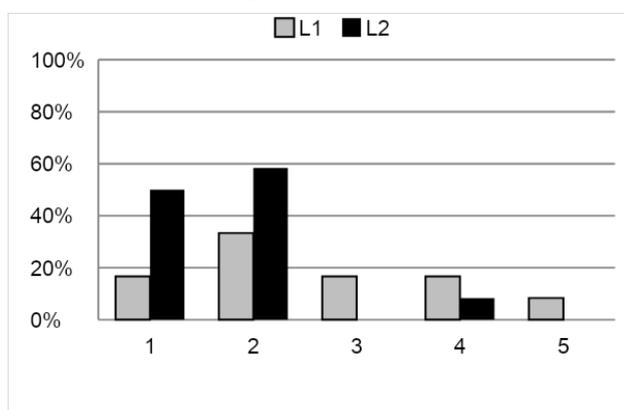
O aspecto da cidadania destacado pelo grupo é convergente com apontamentos de Aikenhead (2002) acerca da Educação CTS.

As falas de alguns alunos do Grupo 5 indicam que acreditam receber da escola apenas uma formação conteudista, sem relação com a C&T, com foco nos vestibulares. Mesmo quando ocorrem inovações durante as aulas, que buscam aproximar os alunos do funcionamento dos aparatos tecnológicos, ainda ficam ausentes as suas relações com a vida diária, como no relato do aluno A8 no L1.

De maneira prática com experimentos. Os exercícios que resolvo em sala são questões de vestibulares. (L1Q2A8)

Questão 3) O processo de aprendizagem que você vivencia nas aulas de Física proporciona o desenvolvimento de sua autonomia para resolver seus próprios problemas? Explique.

Figura 4: Ensino de Física na resolução de problemas.



Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados mostram que no início da pesquisa uma parcela pequena de alunos acreditava que o processo de aprendizagem em Física poderia gerar autonomia na resolução de problemas. Já no L2 constatamos uma visão diferente dos alunos, pois nas abordagens em sala de aula e nos seminários foram tratados problemas socioambientais como o aquecimento global, descarte correto de lixo eletrônico,

reciclagem, poluição, consumo sustentável, que estimularam a responsabilidade e consciência acerca das questões socioambientais, favorecendo a capacidade de os alunos pensarem criticamente e adotarem valores e atitudes para o exercício da cidadania SANTOS, 2005; MORAES, ARAÚJO, 2012).

Nesse sentido, o ensino de Física com base na Educação CTS contribuiu para uma educação cidadã, capaz de despertar no aluno a elaboração de novos saberes, auxiliando nas tomadas de decisões e na resolução de problemas.

Nessa perspectiva, Stiefel *et al.* (2003) defendem o uso de práticas educacionais voltadas à cidadania, estimulando o espírito crítico, a argumentação e o debate, a resolução de conflitos etc., bem como a participação dos alunos fortalecendo seu compromisso com a escola e a comunidade. As falas de alguns alunos ilustram os aspectos aqui mencionados:

Sim, pois acreditamos em muitas coisas que são mito. E também aprendemos a economizar e ter mais consciência sobre o acúmulo de objetos sem necessidade. (L2Q3A7)

As aulas de Física com a visita ao Museu Catavento ficaram mais interessantes. Quando chegamos na escola a professora fez várias perguntas sobre o uso e consumo de energia elétrica em nossa casa. Tenho certeza que de agora em diante tenho mais consciência sobre economia de energia elétrica. (L2Q3A2)

Nesse contexto, Yager (1990) já observava que os problemas da vida real raramente são designados como sendo de Física ou de Matemática, mas geralmente relacionados à vida em sociedade. O discurso do aluno A1 caracteriza a necessidade da Física estar presente no nosso cotidiano, de abordar problemas socioeconômicos e tratar das questões polêmicas

de grande impacto social.

Assisti na televisão sobre o acidente ambiental de Mariana e a Física possibilitou aos técnicos e pesquisadores saberem sobre a possibilidade de novos acidentes, quando a água da barragem chegaria ao mar, o tempo que a vegetação da região demora para se recompor, o teor de ferro na água, falta de oxigênio para os peixes, prejuízo dos pescadores que moram perto do rio, falta de água potável pra população ao longo do rio, o número de desabrigados e de mortes. (L2Q3A1)

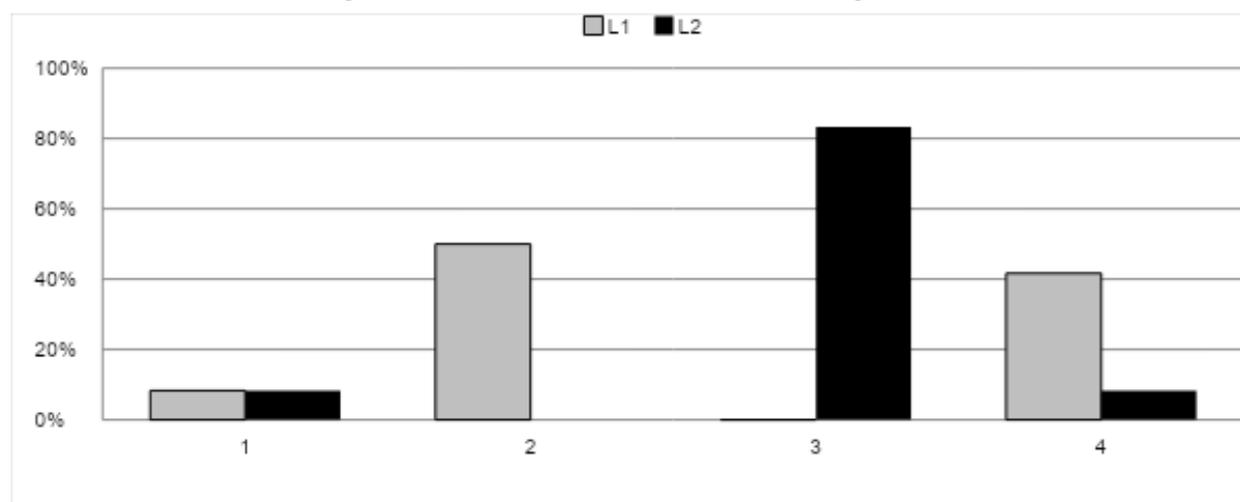
Questão 4) Há uma crença popular segundo a qual “um raio nunca cai duas vezes em um mesmo lugar”. Esta crença tem fundamento?

Justifique.

Percebemos que houve melhora da concepção dos alunos em relação ao mito imposto pelas crenças populares. No L1, 50% dos alunos acreditavam que um raio nunca cai duas vezes no mesmo local e justificaram suas respostas com base em conceitos populares.

Na primeira aula expositiva dialogada realizamos uma ampla discussão sobre a formação das descargas atmosféricas, sua distribuição ao longo da nuvem, o uso dos para-raios, o poder das pontas, a prevenção e proteção durante uma tempestade, a blindagem eletrostática e a formação do campo elétrico, permitindo desconstruir muitos mitos.

Figura 5: Mitos relacionados com as descargas elétricas.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nessa aula os alunos citaram situações onde vivenciaram uma tempestade e observaram a formação dos raios. Nesse momento surgiram dúvidas sobre o que era a descarga elétrica e suas consequências, sendo esclarecidas pela docente.

No L1, 50% dos estudantes que concordaram que a crença tem fundamento somados a outros 42% que discordaram da mesma afirmaram que deveriam cobrir os espelhos, não andar descalço dentro de casa, não manusear materiais metálicos

pequenos, não usar aparelhos celulares ou *tablets* mesmo sem estarem ligados à tomada, durante uma tempestade, ou seja, suas respostas não estavam embasadas em conceitos científicos. Após as intervenções, constatamos que cerca de 83% dos alunos no L2 discordaram da crença abordada, resultado que aponta para uma diminuição na manifestação de seus mitos e superstições, passando a utilizar conceitos científicos para fundamentar seus atos, conforme

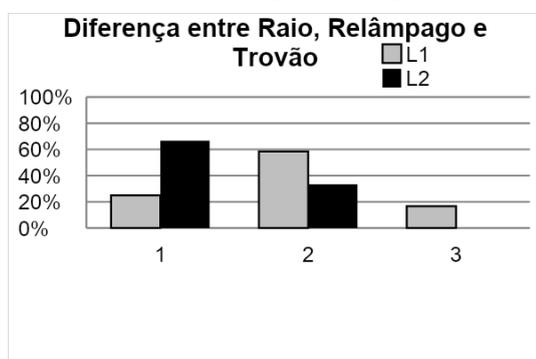
frases abaixo:

Não, um exemplo é o Empire State em NY que por ser um prédio muito alto recebe várias descargas elétrica por ano. (L2Q4A5)

Não, mesmo sabendo que um raio pode cair várias vezes no mesmo lugar por este ser um local alto, estou protegido desse raio até dentro do carro. (L2Q4A14)

Questão 5) Explique qual é a diferença entre raio, relâmpago e trovão.

Figura 6: Diferenças apontadas pelos alunos.



Fonte: Dados da pesquisa.

As categorias de análise foram criadas a partir das respostas dos alunos ao L1 e L2, sendo notado que, no L2, 67% dos alunos diferenciaram com conceitos científicos os raios, o trovão e o relâmpago, citando acontecimentos vistos nos vídeos utilizados na aula expositiva.

Na prática o raio é uma descarga elétrica produzida entre duas nuvens eletrizadas ou entre a Terra as nuvens. O relâmpago é a luz do raio e o trovão é o som dele. Esse assunto foi tratado no vídeo “Como se formam os raios”. (L2Q5A17)

Na primeira aula expositiva abordamos temas relacionados à: formação de nuvens de tempestade e de raios; conceito de campo elétrico e descarga líder; mitos, lendas e crenças; magnitude e corrente de um raio; a diferença entre raios, relâmpago e trovão; efeitos do raio sobre seres vivos; impactos econômicos e sociais; locais a serem evitados; instalação de para-raios;

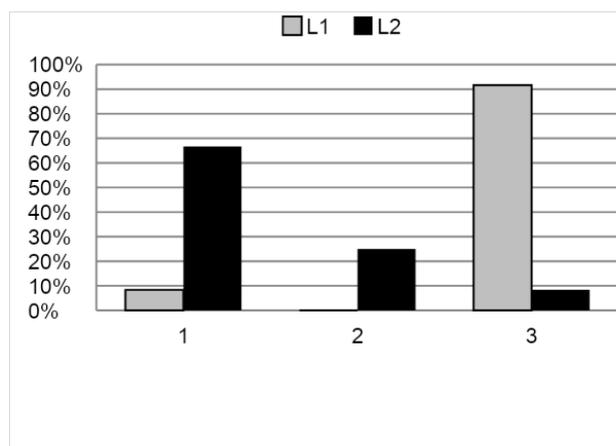
método da gaiola de Faraday etc.

Dentre os 67% dos alunos que responderam a essa questão e utilizaram conhecimentos científicos para diferenciar raio, relâmpago e trovão, percebemos em seus relatos que ocorreu uma melhora na aprendizagem dos conteúdos e temas abordados. No entanto, no L2, cerca de 33% dos alunos diferenciaram os raios, os relâmpagos e os trovões utilizando conhecimentos populares. O fato deve-se a momentos vivenciados no cotidiano familiar e que causa muito medo e estranheza, além da existência de muito apego religioso.

Durante a visita ao Museu Catavento, em São Paulo, os alunos presenciaram a demonstração experimental intitulada “Fábrica de Raios” onde o monitor do Museu explicou e demonstrou a geração de descargas elétrica produzidas pela máquina de Wimshurst.

Questão 6) O que você entende sobre o fenômeno do “Poder das pontas”?

Figura 7: Poder das pontas.



Fonte: Dados da pesquisa.

No L1, os alunos sequer sabiam do que se tratava o “poder das pontas”, por ser um termo científico específico no campo da Eletricidade, conteúdo que ainda não haviam estudado. Por outro lado, nas respostas fornecidas no L2

constatamos que cerca de 67% dos alunos foram capazes de conceituar corretamente o termo “poder das pontas” e explicá-lo com a devida fundamentação teórica. Entendemos que a aprendizagem deste conceito foi proporcionada pelo seminário apresentado pelo Grupo 3, intitulado “Sistema de proteção de Descargas Elétricas”, momento em que foram explicados e debatidos conceitos relacionados aos para-raios, ao método Franklin, à gaiola de Faraday, aos riscos e benefícios de uma descarga atmosférica, além das regras de proteção pessoal e social. O poder das pontas ilustrado com o uso do gerador de Van De Graaff também contribuiu para o acerto das respostas dos estudantes, sendo uma delas ilustrada a seguir:

O poder das pontas está na concentração das cargas em uma região muito pequena (ponta) do condutor. Quando essas cargas se concentram a força entre elas aumenta e elas saltam para o ambiente. (L2Q6A15)

Em visita ao Museu Catavento, o monitor utilizou o torniquete elétrico acoplado ao gerador

de Van De Graaff para demonstrar o “poder das pontas” aos alunos e à professora. Questão 7) Observe atentamente essa imagem. Descreva, utilizando conceitos científicos, se a pessoa está protegida neste local.

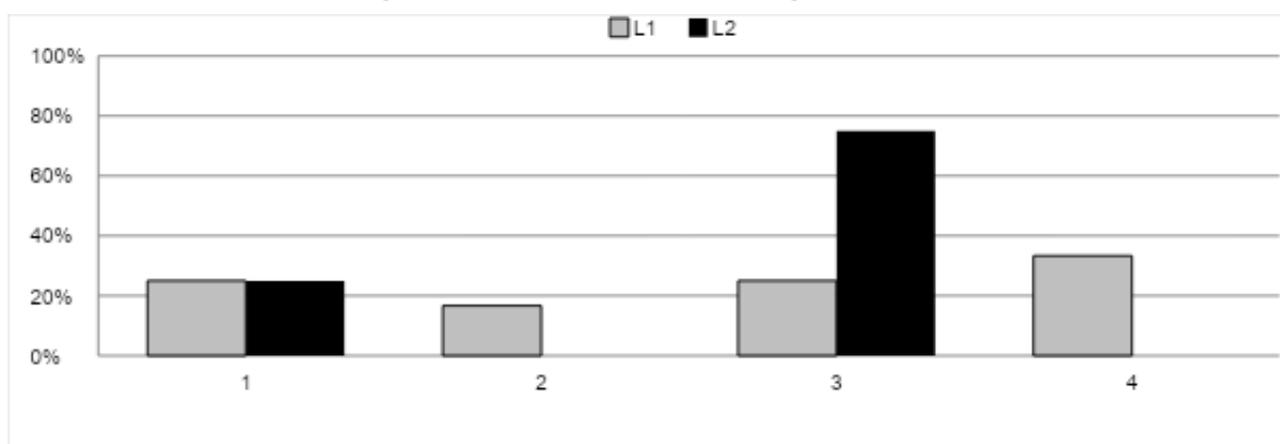
Figura 8: Descarga elétrica.



Fonte: <http://www.clamper.com.br/blog/curiosidades/confira-algumas-curiosas-perguntas-sobre-os-raios>.

As respostas fornecidas pelos estudantes foram analisadas e permitiram elaborar a Figura 9 mostrada a seguir.

Figura 9: Proteção contra as descargas elétricas.



Fonte: Dados da pesquisa.

Notamos que 42% dos alunos já possuíam noções de como se proteger durante uma

tempestade, mesmo que não apresentassem fundamentação científica para isso. Tal fato deve-se aos meios de comunicação que tratam, em seus noticiários, a grande incidência de raios e o perigo que esses representam à população, conforme relato do aluno A21:

Segunda a Física, pelo que vi na TV, os raios caem geralmente em lugares abertos, ou seja, sem proteção alguma, essa pessoa com certeza não está protegida. (L1Q7A21)

Durante o seminário organizado pelo Grupo 3: Sistemas de proteção de descargas elétricas e pelo Grupo 4: Desastres com descargas elétricas, ocorreu a apresentação de um vídeo que enfocava desastres causados pela queda de raios na cidade de Campinas-SP em uma tempestade que gerou destruições e pânico na população.

Nesse momento o grupo debateu como se proteger de um raio durante uma tempestade estando em locais abertos, portando materiais metálicos, próximo de árvores, dentro de veículos, andando de motocicleta bem como em lugares fechados. Quando preciso houve intervenção da professora nas situações em que os grupos 3 e 4 não tinham conhecimentos científicos para sanar as dúvidas.

Durante o LI2, os alunos foram para o lado externo da sala e realizaram o experimento “Percebendo o Campo Elétrico e a Blindagem Eletrostática”. Eles acoplaram à caixa um pedaço de canudo de refrigerante a fim de direcionar o filete de água e atritaram a bexiga no cabelo para eletrizá-la. Ao aproximarem a bexiga eletrizada do filete de água que jorrava da caixa, percebiam que essa era atraída pela bexiga (e a bexiga era atraída pela água), caracterizando a polarização da água e percebendo o campo elétrico entre a água e a bexiga.

Em certo momento algumas gotículas de água caíam sobre a bexiga e eram repelidas por

ela. Assim, os alunos identificaram que a gota adquiriu a mesma carga elétrica da bexiga e por isso foi repelida, caracterizando uma descoberta pelo processo investigativo. A figura 10 retrata os alunos visualizando a região de ação do campo elétrico ao redor da bexiga eletrizada, sendo que esse fenômeno pode ser associado aos conceitos envolvidos na formação dos raios no interior das nuvens e também à polarização de cargas elétricas presentes entre o solo e a nuvem.

Figura 10: LI2 - Percebendo o Campo Elétrico.



Fonte: Acervo dos autores.

Na segunda parte do LI2 os alunos investigaram a blindagem eletrostática utilizando uma lata de metal, papel de seda e fita adesiva (Figura 11), bem como bexiga e o eletroscópio produzido pelos alunos no LI1.

Figura 11: Blindagem Eletrostática.



Fonte: Acervo dos autores.

Após a confecção do experimento e algumas discussões acerca de seu funcionamento, os alunos identificaram com o eletroscópio que o campo elétrico se distribuiu uniformemente na

superfície da lata e no seu interior ficou nulo, caracterizando a blindagem eletrostática.

O relato do aluno A21 mostra que ocorreu aprendizagem do conceito de Blindagem Eletrostática e também prevenção contra raios:

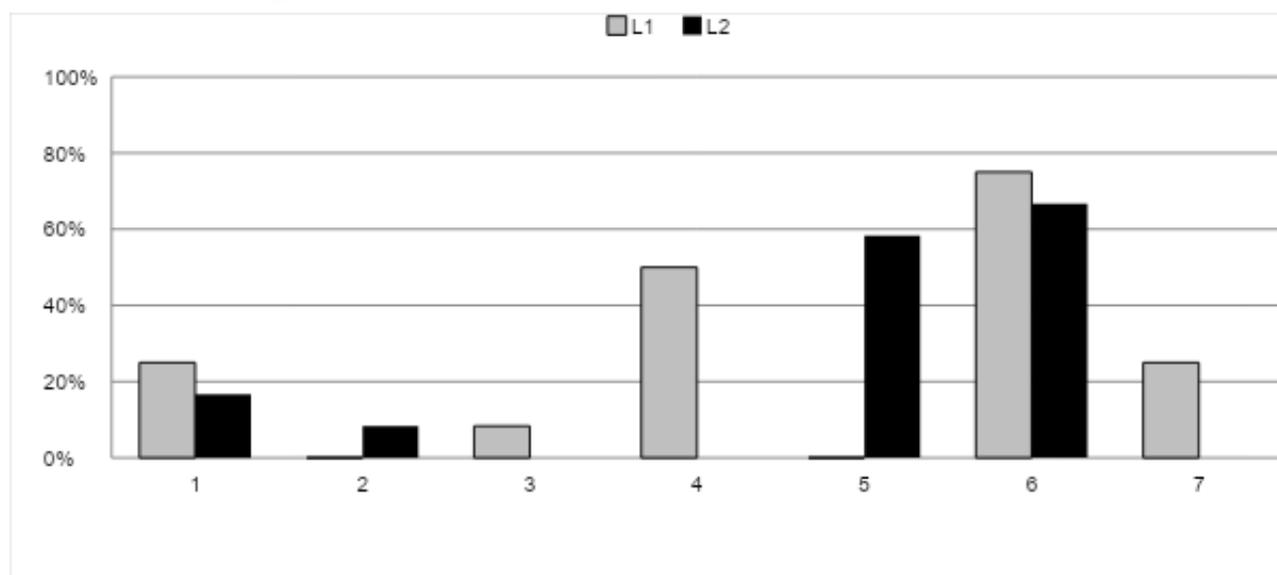
Ela não está protegida neste local, pelo fato de estar em lugar aberto, próxima a postes e em pé. Em caso de tempestades, o correto é ficar em locais fechados como dentro de um carro. (L2Q7A21)

Questão 8) Você acredita que as aulas de Física deveriam lhe permitir identificar e investigar problemas sociais relevantes para você, de impacto local ou mundial? Justifique.

Cite exemplos de problemas sociais e ambientais que a Física deveria abordar.

A figura 12 mostra que 25% dos alunos não responderam a essa questão, no L1, pois ainda não identificavam problemas socioambientais que a Física poderia tratar.

Figura 12: Problemas socioambientais abordados no Ensino de Física.



Fonte: Dados da pesquisa.

Para abordar esse assunto, realizamos um seminário com o tema “Impactos Sociais e Econômicos das descargas atmosféricas” proposto pelo grupo 5, sendo discutidos temas relevantes como impactos gerados pela C&T na sociedade e no meio ambiente, desastres ambientais, descarte correto de pilhas e baterias, lixo eletrônico, aquecimento global, consumo de energia elétrica nas casas, geração de energia “limpa” e uso de lâmpadas de LED. Foi percebido alto grau de envolvimento dos alunos nos temas aquecimento global, enchentes e descarte de bateria, devido ao grande uso de celulares, notebooks e similares. As

frases abaixo exemplificam o que os alunos disseram:

Sim, pois ao investigar, por exemplo, a formação das enchentes, teremos consciência de como agir caso ocorra ou até mesmo evita-la. (L2Q10A12)

Sim, pois ao falarmos de vários assuntos relacionados, como lixo eletrônico e seu descarte em locais errados, temos condições de conhecer os impactos causados por eles. (L2Q10A3)

A abordagem dos seminários sobre impactos socioambientais mostrou-se efetiva, pois os alunos discutiram com forte interesse pelo tema,

trazendo reportagens de desastres ambientais ocorridos no Brasil e citando a implantação das ETE (Estações de Tratamento de Esgoto) na cidade onde foi feita a pesquisa e onde ocorreu um debate sobre o efetivo papel das ETE e sua contribuição ao meio ambiente.

No que tange às concepções relacionadas aos problemas socioambientais, em especial ao consumo elevado da população mundial, Araújo e Abib (2003) afirmam que esse enfoque favorece a conscientização dos estudantes para perceberem os problemas sociais e ambientais decorrentes dos impactos gerados pela C&T, importante objetivo da Educação CTS.

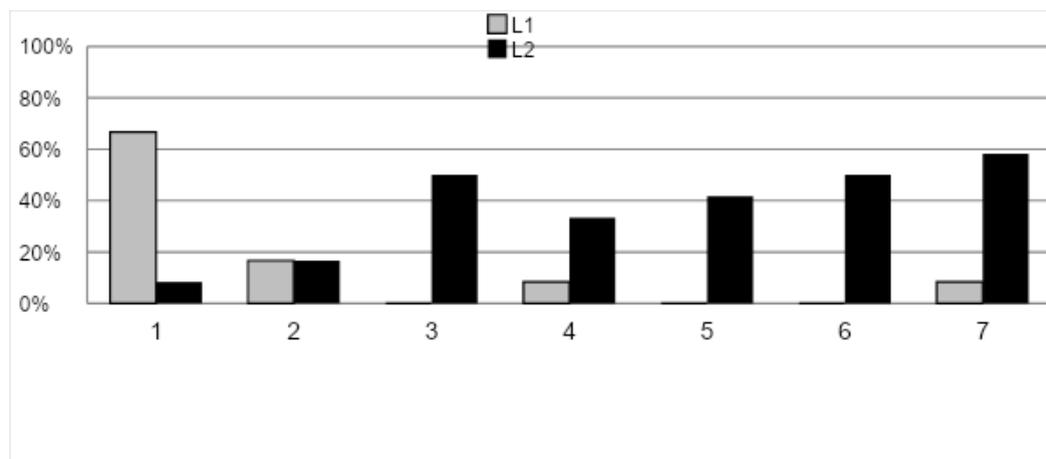
Nesse sentido, consideramos que uma Sequência Didática com ênfase CTS deve integrar

educação científica, tecnológica e social, onde conteúdos científicos e tecnológicos são estudados junto com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sociais.

Questão 9) Em suas aulas de Física foram discutidas questões sociais e ambientais relacionadas com Ciência e Tecnologia? Cite exemplos. Você considera importante que essas questões sejam discutidas? Justifique.

Percebemos que, no L1, 67% dos alunos não responderam à questão 9, reflexo da educação tradicional dominante. Cerca de 17% dos alunos, tanto no L1 como no L2 relataram o consumismo, tema tratado em aulas de Sociologia e Filosofia.

Figura 13: Questões socioambientais tratadas nas aulas de Física.



Fonte: Dados da pesquisa.

Cerca de 58% dos alunos citaram, principalmente no L2, os desastres ambientais e o efeito estufa, temas tratados nas aulas de Física, argumentando que os noticiários de TV e as redes sociais expõem o assunto. Identificamos, no L2, uma ampliação da compreensão das questões socioambientais abordadas, como lixo eletrônico e doméstico, prevenção de descargas atmosféricas etc., conforme falas a seguir.

Não, mas acho importante discutir esses temas. (L1Q9 A16)

Sim, discutimos muitas questões e a professora chamou nossa atenção para o efeito estufa, lixo doméstico e eletrônico, e as modificações climáticas provocadas por humanos. (L2Q9A10)

Sim, discutimos e debatemos sobre o consumismo de novas tecnologias, e chegamos à conclusão que esse tipo de aula

com os temas que foram propostos é muito importante para a formação de adultos conscientes. (L2Q9A17)

A Educação CTS possibilita a aprendizagem de conhecimentos científicos e favorece o exercício da cidadania pelos alunos, como afirma Stiefel *et al.* (2003), levando à compreensão dos problemas sociais que nos atingem e das implicações sociais da C&T. Nesse sentido, Santos e Schnetzler (2010, p. 77) expõem que levar os alunos a identificarem e investigarem problemas sociais relevantes os tornam mais críticos e capazes de avaliar “o papel das decisões humanas na determinação da sobrevivência e da vida”.

Questão 10) Você sabe mencionar alguns impactos financeiros ou sociais gerados pelas descargas atmosféricas que ocorrem no Brasil?

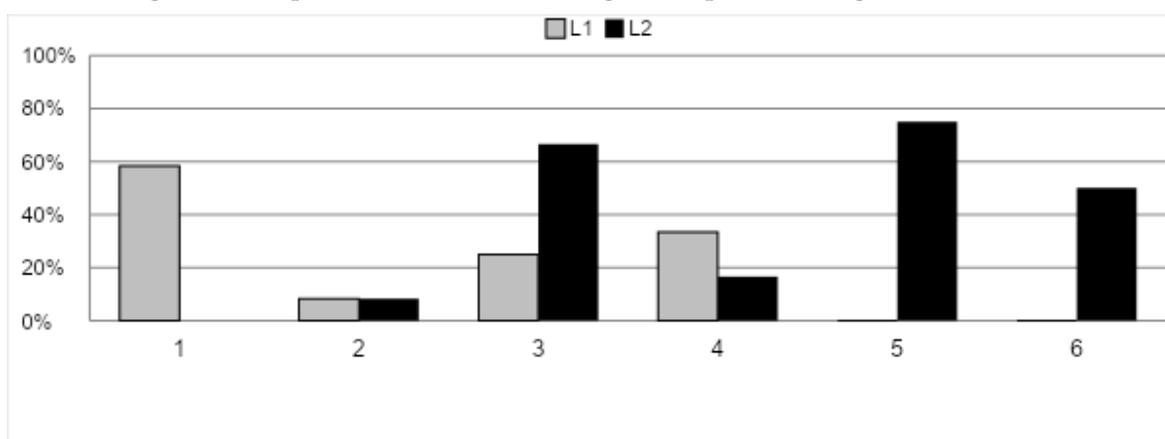
Foram utilizados vídeos da internet que ilustram esses impactos na vida do cidadão. Um deles tratou dos desastres causados em animais, edifícios e pessoas, em transformadores e em

árvores gerando queimadas, ou seja, as imagens impactaram pela realidade que expressaram. Os alunos sentiram-se sensibilizados com as tragédias provocadas pela queda de raios, por isso o surgimento de novas categorias de resposta envolvendo desastres ambientais e danos nos transformadores de alta tensão.

Outro momento que caracteriza o surgimento das novas categorias de análise foi a visita ao Museu Catavento, principalmente no momento em que os alunos conheciam o equipamento “Fábrica de raios”. Em certo instante o monitor reuniu o grupo de alunos (sob certas condições) e com as mãos dadas e conectadas à “Fábrica de raios” simulou uma descarga elétrica de baixa tensão, permitindo perceber o poder energético de uma descarga elétrica, mesmo sendo de baixa tensão.

Durante o seminário apresentado pelo Grupo 6: “Formações geológicas que propiciam descargas eletrostáticas” ocorreram debates sobre questões ambientais.

Figura 14: Impactos Socioeconômicos gerados pelas descargas atmosféricas.



Fonte: Dados da pesquisa.

Na cidade de São Sebastião do Paraíso há um parque ecológico chamado “Parque da Serrinha”

que todos os anos sofre com raios que provocam queimadas e queda de árvores. Diante desses

problemas os alunos defenderam a instalação de um para-raios no local, para reduzir as queimadas provocadas pelas descargas atmosféricas. Assim, podemos perceber a capacidade de análise crítica e reflexiva dos alunos, evidenciando sua preocupação e responsabilidade com a preservação do meio ambiente, como se verifica nos relatos abaixo.

Durante tempestades as descargas elétricas podem atingir, danificar ou destruir redes elétricas, aparelhos eletrônicos em residências, comércios ou indústrias causando grande impacto financeiro no País. (L2Q10A3)

Quando o raio atinge uma casa naquele local vai acontecer uma descarga muito grande e

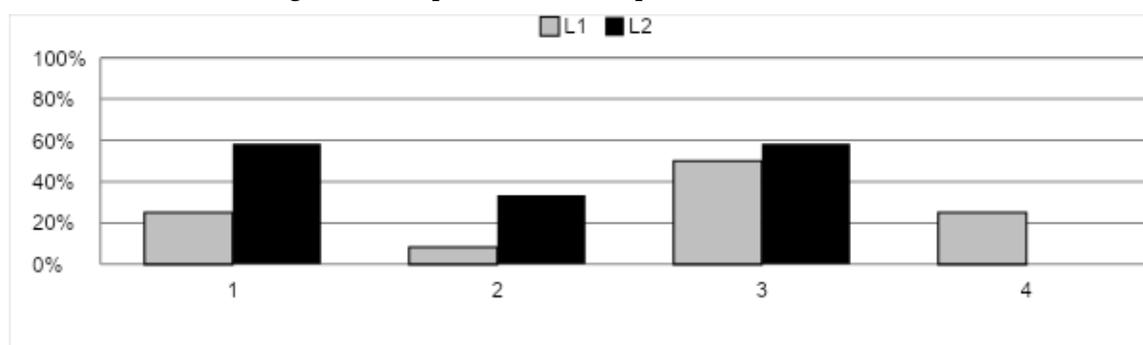
causar danos. (L1Q10A7)

Sim, a queima de aparelhos elétricos e eletrônicos, morte de gado e queimadas são impactos financeiros. Já os impactos sociais são as vítimas fatais e os feridos que foram atingidos total ou parcialmente por um raio. (L2Q10A7)

Caso um raio atinja um poste de luz, pode ter um apagão, podendo causar acidentes. Uma fábrica que precise dessa energia pode perder seu produto e dinheiro. (L2Q10A12)

Questão 11) Você acredita que os seus hábitos de consumo contribuem para os impactos sociais e ambientais observados no mundo atual? Explique seu ponto de vista.

Figura 15: Impactos causados pelos hábitos de consumo.



Fonte: Dados da pesquisa.

Em uma das aulas, visitamos o pátio da Escola para discutir sobre as atitudes dos alunos em relação ao lixo produzido e seu descarte. Todos ficaram espantados com a quantidade de lixo produzida pelos 520 alunos do turno matutino e a maneira como esse lixo era descartado. A Escola possui cerca de 8 lixeiras em locais estratégicos do pátio e mesmo assim havia muito lixo orgânico e papel e plástico espalhado pelo chão e nas lixeiras.

A professora solicitou que os alunos anotassem em uma planilha o tipo de lixo que se encontrava na lixeira e espalhado pelo chão, propondo que eles analisassem soluções para o

problema, permitindo a compreensão de aspectos de sua realidade, estimulando a conscientização e a adoção de atitudes e tomadas de decisões responsáveis visando a solução dos problemas enfrentados, aspectos que constituem objetivos relevantes da Educação CTS.

Para conscientizar os alunos, foram criados cartazes com frases de impacto, solicitando o engajamento e a participação ativa para o enfrentamento do problema constatado. Outros alunos aconselharam a instalação de um número maior de lixeiras na escola.

Os relatos a seguir destacam os hábitos dos



## ARTIGO ORIGINAL

alunos como geradores desse tipo de problema.

Sim, pois eu as vezes joga lixo na rua e isso pode ter ajudado nos problemas ambientais. (L1Q11A5)

Sim, cada pessoa possui sua parcela de culpa. Nos meus hábitos contribuo ao ser consumista, produzindo lixo orgânico, inorgânico e tecnológico. (L2Q11A11)

Sim, somos uma geração do consumismo, desde a alimentação até eletrônicos, aumentando o efeito estufa. (L2Q11A19)

Nesse sentido, educar para a sustentabilidade contribui para a preservação do meio ambiente, o que depende da consciência ecológica e de atitude cidadã que podem ser estimuladas pela educação (GADOTTI, 2009).

Portanto, um dos aspectos básicos da abordagem temática que empreendemos contempla interações entre CTS, enfatizando a importância de problemas locais que afetam as comunidades dos estudantes (WAKS, 1994), incentivando uma ação social mais consciente.

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) salientam que a Educação CTS exige a renovação dos currículos escolares, de forma a colocar a C&T vinculadas ao contexto social, integrando várias disciplinas curriculares. Dessa forma, os alunos adquirem conhecimentos, desenvolvem competências úteis em suas vidas, como a capacidade de analisar situações problemáticas buscando propor soluções pela tomada de decisões acerca do consumo consciente, prevenção de doenças, alimentação saudável ou de uma terapia alternativa, temas geralmente discutidos na Educação CTS, preparando o aluno para se posicionar e atuar na vida prática.

## CONCLUSÕES

Esta pesquisa buscou retratar os resultados da elaboração, implantação e avaliação de uma Sequência Didática sobre o tema Eletricidade

Atmosférica em uma turma de Ensino Médio, objetivando enfatizar contribuições formativas da Educação CTS e tendo por base diversos autores relacionados a esse campo do saber.

A Sequência Didática permitiu explicitar a relação entre conceitos físicos e situações e problemas reais enfrentados pelos estudantes, contribuindo para a formação de atitudes, valores e mudanças de comportamento, fortalecendo o exercício da cidadania e a compreensão da dimensão social da Ciência e da Tecnologia com suas consequências para o meio social e ambiental.

Ao final das atividades os alunos modificaram suas visões sobre as atividades científicas e tecnológicas, passando a perceber diversas implicações sociais e ambientais para a humanidade. Para isso, estimulamos seminários como ferramenta de promoção da aprendizagem de conceitos de eletrostática e de conscientização dos alunos para perceberem problemas sociais e ambientais, e uma formação voltada à cidadania crítica, com o desenvolvimento de atitudes voltadas à participação social e tomadas de decisões, preceitos do movimento CTS.

Considerando os documentos oficiais nacionais (PCN, BNCC) e o CBC de Minas Gerais, constatamos que as atividades educacionais diversificadas alinhadas à Educação CTS possibilitaram a construção de novos e amplos conhecimentos na área da Eletrostática e de valores e atitudes cidadãs.

O uso do Laboratório Investigativo com interatividade entremeado aos seminários apresentados pelos alunos mostrou-se um viés metodológico adequado frente aos objetivos formativos estabelecidos.

A visita guiada ao Museu Catavento repercutiu positivamente na motivação e incitação à investigação pelos alunos a partir do reconhecimento da amplitude de conceitos



## ARTIGO ORIGINAL

presentes em sua estrutura cognitiva e da tomada de consciência diante das situações vivenciadas.

Constatamos que houve importante ganho conceitual dos alunos quando comparamos as respostas no L2 em relação ao L1. Assim, as qualidades das respostas antes e depois da sequência didática mostra uma melhora significativa em decorrência das habilidades (raciocínio, análise, síntese etc.) e do nível de exigências das atividades analisadas.

Os resultados também apontam para uma alfabetização científica e tecnológica na perspectiva ampliada (AULER, 2003), ou seja, os conteúdos são considerados como meios para a compreensão das implicações sociais da Ciência e da Tecnologia. Podemos afirmar que os alunos envolvidos na pesquisa avaliaram positivamente a proposta implantada e que a visita guiada ao Museu Catavento apresentou potencial para tornar a aprendizagem mais motivadora e relevante, mediante os recursos experimentais e a interação com o monitor.

Como resposta à questão de pesquisa, enfatizamos: a) emprego da aula demonstrativo-experimental evidenciando uma experiência concreta; b) preparação e apresentação dos seminários pelos alunos, contribuindo para a Alfabetização Científica e Tecnológica (CHASSOT, 2006) e para a formação de atitudes, valores e normas de comportamento, ampliando o entendimento da Física enquanto Ciência e suas relações com a Tecnologia e a Sociedade; c) a confecção e o uso dos experimentos de baixo custo com grupos de número reduzido de alunos favorecendo as interações e trocas de ideias; d) a Sequência Didática permitiu que os alunos tomassem decisões pessoais mais conscientes, tornando-se sujeitos críticos; e) autonomia para construir seus conhecimentos e continuarem a aprender, e f) capacidade de estabelecerem relações entre

conteúdos escolares e situações reais de vida.

Esse amplo conjunto de objetivos formativos reforça a relevância da Educação CTS e sinaliza para novos e promissores caminhos para a educação escolar, demandando dos professores engajamento para colocar em prática Sequências Didáticas planejadas com autonomia e que sejam capazes de estimular tanto a aprendizagem de conceitos científicos e tecnológicos como desenvolver valores e atitudes condizentes com a perspectiva da formação cidadã demandada na sociedade contemporânea, oportunizando ao aluno perguntar, refletir, debater, pesquisar, enfim, tornar-se um sujeito ativo e responsável pelo seu próprio desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. **High-school graduates beliefs abouts science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific knowledge.** Science Education, v. 71, n. 2, p. 459-487, 2002.
- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- ARAÚJO, M. S. T; FORMENTON, R. **Fontes Alternativas de Energia Automotiva no Ensino Médio Profissionalizante:** análise de uma proposta contextualizada de ensino de Física em um curso técnico. ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 5, n. 1, p. 33-61, maio 2012.
- AULER, D. **Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em**



## ARTIGO ORIGINAL

**sua implementação no ensino de física**, In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 6, Florianópolis. Atas, 1998.

AULER, D. **Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”?** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.

AULER, D. **Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro.** Ciência e Ensino, v. 1, n. esp., 2007.

AULER, D. **Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro.** Ciência & Ensino. v.1, n. esp., 2008.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, p.19-33, 2004.

AZEVEDO, M. N. **Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em Ciências.** 2008. 224 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BARBIER, R. **A pesquisa-ação.** Tradução de Lucie Didio. Brasília: Liber Livro, 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 2009.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E

CULTURA. **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ensino médio. Brasília: 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.** Área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB, v. 2, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BYBEE, R. W. **Science education and the science-technology-society (STS) theme.** Science Education, v. 71, n. 5, p.667-683, 1987.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; PESSOA, A. M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das Ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P. **Práticas Experimentais no Ensino de Física**, In: Carvalho, A. M. P., Ensino de Física. 1ª ed., 53-78, São Paulo: Cengage Learning, 2010.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

CHRÉTIEN, C. **A Ciência em ação.** Campinas: Papirus, 1994.

CUNHA, M. B. O movimento ciência/tecnologia/ sociedade (CTS) e o ensino de ciências: condicionantes estruturais. **Revista Varia Scientia**, v. 6, n. 12, p. 121-134, 2006.

DEMO, P. **Educar pela Pesquisa.** Campinas, SP:



## ARTIGO ORIGINAL

Autores Associados, 1997.

ELIAS, D. C. N.; AMARAL, L. H.; ARAÚJO, M. S. T. **Criação de um espaço de aprendizagem significativa no planetário do parque Ibirapuera**. Revista Brasileira de Pesq. em Educação em Ciências, v. 7, n. 1, 2007.

ESCOLA ESTADUAL COMENDADORA ANA CÂNDIDA DE FIGUEIREDO. **Projeto Político Pedagógico (PPP)**. São Sebastião do Paraíso, 2012. Documento interno da escola.

FIGUEIREDO, O. **A controvérsia na educação para a sustentabilidade: uma reflexão sobre a escola do século XXI**. Revista Interações, n. 4, p. 3-23, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GADOTTI, M. **Educar para a Sustentabilidade**. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2009.

GARCÍA, M. I. G.; CERESO, J. A. L.; LUJÁN, J. L. **Ciência, tecnologia y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.

GOHN, M. G. Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públ. em Educação**, v. 4, n. 50, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

KOBASHIGAWA, A. H.; ATHAYDE, B. A. C.; MATOS, K. F. de OLIVEIRA; CAMELO, M. H.; FALCONI, S. **Estação ciência: formação de educadores para o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental**. In: IV Seminário Nacional ABC na Educação Científica. São Paulo, p. 212-21, 2008.

LEWIN, A. M. F e LOMÁSCOLO, T. M. M. **La metodología científica em la construcción de conocimientos**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 20, n. 2, p.147-154. 1998.

MARTÍNEZ-PÉREZ, L F. **Uma leitura crítica sobre a ciência e a tecnologia na modernidade: questões de ideologia e de interesse**. In: Questões sociocientíficas na prática docente: Ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora UNESP, p. 30-48, 2012.

MELO, M. S. D.; SANTOS, W. L. P. D. Interações discursivas em debates sociocientíficos mediados por textos didáticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013.

MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M. S. T. **O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: caminhos para uma Educação Cidadã**, São Paulo, Livraria da Física, 2012.

MORAES, R.; RAMOS, M. & GALIAZZI, M. do C. **Pesquisa em Sala de Aula: Fundamentos e pressupostos**. 2002.

MARANDINO, M. **Educação em museus: a mediação em foco**. São Paulo, Geenf/FEUSP, 2008.



## ARTIGO ORIGINAL

MUNDIN, J. V.; Santos, W. L. P. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 4, p. 787-802, 2012.

PEDRETTI, E. et al. Promoting issues-based STSE: perspectives in science teacher education: problems of identity and ideology. **Science & Education**, v. 17, n. 8-9, p. 941-960, 2008.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M.C. F.; BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio**. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-4, 2007.

ROCHA, S. C. B.; FACHÍN-TERÁN, A. F. **O uso de espaços não formais como estratégia para o ensino de ciências**. Manaus: UEA/Escola Normal Superior/PPGEECA, 2010.

SANTOS, M. E. V. M. **Cidadania, conhecimento, ciência e educação CTS. Rumo a “novas” dimensões epistemológicas**. *Revista CTS*, v. 2, n. 6, p. 137-157, 2005.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Conteúdo Básico Comum – Física**. Educação Básica – Ensino Médio, 2005.

SERÊ, M. G., COELHO, S. M., NUNES, A. D. **O**

**papel da experimentação no ensino da Física**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.20, n. 1, p. 30-42, 2003.

STIEFEL, B. M. *et al.* (Coord). **Educación para la ciudadanía: un enfoque basado em el desarrollo de competencias transversales**. Madrid: Narcea S. A. de Ediciones, 2003.

VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M. A. La relevancia de la educación científica: actitudes y valores de los estudiantes relacionados com la ciencia y la tecnología. **Enseñanza de las ciencias**, v. 27, n. 1, p. 33-48, 2009.

WAKS, L. **Value Judgment and Social Action in Technology Studies**. *Journal of Technology and Design Education*, v. 4, p. 35-49, 1994.

YAGER, R. E. **Science, technology, society: a major trend in science education**. In: UNESCO. *New trends in integrated science teaching*. Belgium: UNESCO, p. 44-48, 1990b.