

YAGO PATRICK CALIXTO FERREIRA BARBOZA

Ensino informal: proposta de utilização do enfoque CTS na abordagem das atividades experimentais utilizadas no show de energia

Yago Patrick Calixto Ferreira Barboza

Ensino informal: proposta de utilização do enfoque CTS na abordagem das atividades experimentais utilizadas no show de energia

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Licenciatura em Física da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Licenciatura em Física.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alice Assis

B239e	Barboza, Yago Patrick Calixto Ferreira Ensino informal: proposta de utilização do enfoque CTS na abordagem das atividades experimentais utilizadas no show de energia / Yago Patrick Calixto Ferreira Barboza – Guaratinguetá, 2021. 38 f. : il. Bibliografia : f. 36-38 Trabalho de graduação em Licenciatura - Física – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2021. Orientadora: Profª. Drª. Alice Assis 1. Ensino – meios auxiliares. 2. Física – Estudo e ensino. 3. Tecnologia educacional. I. Título. CDU 53:371.3
-------	---

Luciana Máximo

Bibliotecária-CRB-8/3595

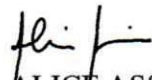
YAGO PATRICK CALIXTO FERREIRA BARBOZA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM LICENCIATURA EM FÍSICA"

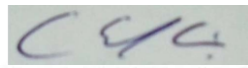
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA


Prof. Dr. JULIO MARNY HOFF DA SILVA
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Profa. Dra. ALICE ASSIS
Orientador/UNESP-FEG


Profa. Dr. ISABEL CRISTINA DE CASTRO KONDARZEWSKI
UNESP-FEG


Prof. Dr. CARLOS EDUARDO SILVA DE AMORIM
Membro Externo

Março
2021

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus avós que já partiram para um lugar melhor e infelizmente não tiveram a chance de me ver formado, porém a educação que eles me deram foi fundamental para que tudo viesse acontecer. Tenho orgulho em dizer que meus pais foram meus avós: Doralice e Sebastião.

Agradeço também à Aline Oliveira que sempre me deu forças para continuar mesmo nos momentos mais difíceis estando sempre ao meu lado me motivando e me ajudando a nunca desistir. Ela foi essencial na minha formação e sem ela nada disso seria possível.

Agradeço também à Andreia Oliveira que sempre me deu ótimos conselhos e me ajudou em vários momentos dessa caminhada. Também não posso deixar de mencionar as contribuições de Rosa Patrícia que sempre se preocupou em me auxiliar em qualquer momento da minha vida.

Agradeço também à minha orientadora Alice Assis que fez tudo isso se tornar realidade com sua atenção, sempre buscando ensinar da melhor forma, me auxiliar em todos os momentos e conseguindo me motivar para nunca desistir de meus objetivos.

Agradeço aos ótimos professores que tive durante a faculdade, muitos me inspiravam e me faziam gostar cada vez mais da minha área, em especial, os professores: Alice Assis, Rafael Sfair, Isabel Cristina, Galeno José, Júlio Hoff, Marco Monteiro, Elias Leite.

Agradeço também aos meus amigos, em especial, Luis Felipe, Klinsmann Santos, André Brazil, Felipe Augusto, Felipe Godoy, Samuel Carvalho, Tatiane Moraes, João Pedro, André Henrique, Vitor, pelos ótimos momentos que passamos juntos e pelo aprendizado que conquistamos com muito esforço.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

RESUMO

Considerando a importância de se trabalhar o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino básico, considera-se a possibilidade de que esse enfoque seja abordado em um projeto de ensino informal de ciências intitulado “Show de Energia”. O objetivo desse projeto é o de trabalhar com atividades experimentais de demonstração associadas à disciplina de física de forma lúdica, com alunos de escolas públicas da cidade e região. No entanto, durante as apresentações desse projeto, as questões sociais e ambientais, não são discutidas. Sendo assim, neste trabalho, propõe-se uma reformulação de alguns dos experimentos desenvolvidos nesse projeto com o intuito de se promover discussões articulando-se os conhecimentos abordados com os aspectos tecnológicos e sociais, no contexto de uma atividade de ensino informal. Essa forma de abordar os experimentos propicia que sejam apresentadas situações que envolvem a sociedade e que a maioria das pessoas não percebe, ou ignora, como, por exemplo, os riscos ambientais e sociais que os avanços tecnológicos podem ocasionar, bem como pode auxiliar o aluno do ensino básico a ter uma visão mais crítica acerca das aplicações da ciência.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino informal. Show de energia. Enfoque CTS.

ABSTRACT

Considering the importance of working with the Science-Technology-Society approach in basic education, the possibility that this approach is addressed in an informal science teaching project entitled “Energy Show” is considered. The objective of this project is to work with experimental demonstration activities associated with the discipline of physics in a playful way, with students from public schools in the city and region. However, during the presentations of this project social and environmental issues are not discussed. Therefore, in this work, it is proposed to reformulate some of the experiments developed in this project in order to promote discussions by articulating the knowledge addressed with the technological and social aspects, in the context of an informal teaching activity. This way of approaching the experiments allows situations that involve society to be presented and that most people do not perceive, or ignore, such as, for example, the environmental and social risks that technological advances can cause, as well as helping the student. basic education to have a more critical view of the applications of science.

KEYWORDS: Informal education. Energy show. CTS approach,

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	9
3	METODOLOGIA	17
4	O SHOW DE ENERGIA	18
5	PROPOSTA DE ATIVIDADES	22
5.1	TRANSFORMADOR DE BAIXA TENSÃO	23
5.1.1	Explicação do conceito de energia	23
5.1.2	Discussão sobre a energia elétrica gerada em uma usina hidrelétrica	23
5.1.3	Discussão sobre os impactos ambientais que podem ocorrer devido a construção de uma usina hidrelétrica	24
5.1.4	Questionário	25
5.2	GERADOR DE VAN DE GRAAFF	26
5.2.1	Explicação conceitual de eletrostática	26
5.2.2	Discussão sobre raio numa tempestade	26
5.2.3	Discussão sobre as implicações de raios na sociedade	27
5.2.4	Discussão sobre o funcionamento de para-rios	28
5.2.5	Questionário	28
5.3	A GARRAFA DE LEYDEN	29
5.3.1	Discussão sobre capacitores	29
5.3.2	Discussão sobre capacitores utilizados em aparelhos domésticos	30
5.3.3	Questionário	30
5.4	NITROGÊNIO LÍQUIDO	31
5.4.1	Discussão conceitual sobre o nitrogênio	31
5.4.2	Discussão sobre o nitrogênio no meio ambiente	31
5.4.3	Discussão sobre os impactos que as alterações no ciclo do nitrogênio podem trazer para o ambiente	33
5.4.4	Questionário e finalização da proposta	33
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

O crescente avanço científico e tecnológico pode trazer grandes melhorias para a população, seus produtos auxiliam na melhoria da qualidade de vida das pessoas e podem ser úteis, inclusive, nas áreas da saúde. Porém, existem diversos pontos negativos nesse processo de evolução tecnológica que não podemos apenas desconsiderar.

Os avanços das ciências, bem como seus produtos, podem trazer diversos riscos para o meio ambiente além deslocar consideravelmente a sociedade. Na maioria das vezes, é deixado a população sem conhecimento do que está sendo produzido no mundo da ciência e tecnologia e em como isso acarretará sua vida. Muitas vezes, o avanço tecnológico pode trazer inúmeros prejuízos para a sociedade, por exemplo, substituindo mão de obra humana por máquina.

Esses e outros argumentos levaram-nos a pensar numa proposta baseada em ensino informal, na qual lidamos com aspectos sociais e ambientais numa reformulação de uma atividade já existente. Essa atividade é baseada em demonstrações experimentais de física e, em nossa proposta, reformulamos alguns desses experimentos com o intuito de darmos a devida atenção às questões ambientais e sociais articuladas aos conhecimentos científicos neles abordados.

Para tanto, no primeiro capítulo, apresentamos a fundamentação teórica em que abordamos o ensino informal de ciências e os pressupostos do enfoque CTS.

O segundo capítulo é destinado à apresentação do modelo original da atividade intitulada “Show de Energia”. Aqui, mostramos como a atividade é apresentada atualmente, seus objetivos e quais são os experimentos utilizados.

A metodologia é apresentada no terceiro capítulo juntamente com a proposta de reformulação dessa atividade. Essa reformulação tem o objetivo articular os conhecimentos abordados em alguns experimentos do “Show de Energia” com os aspectos tecnológicos e ambientais, buscando atender aos objetivos do enfoque CTS.

Por fim, no quarto capítulo apresentamos as considerações finais deste trabalho, em que refletimos sobre a importância dessa nova proposta para a formação do aluno.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Um dos maiores desafios da educação atual é garantir que os conteúdos programáticos e a realidade cotidiana do aluno estejam constantemente articuladas. De acordo com a LDB (BRASIL, 2017), a educação deve ser capaz de formar o aluno como sujeito social. No artigo 3º, podemos ver que, entre os princípios e fins da educação nacional, “o ensino será ministrado com base no princípio de vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais” (BRASIL, 2017, p.9). Dessa forma, o sujeito deve sair da escola crítico e em condições de estabelecer melhorias em sua vida pessoal e na de sua comunidade. O aluno deve ser capaz de resolver problemas, lutar por causas sociais e interagir com o meio ambiente de forma responsável e consciente. Além disso, o aluno deve sair da escola capacitado para ingressar no ensino superior, caso seja o seu desejo, de forma que todos tenham acesso a um ensino público gratuito, de qualidade e igual para todos.

Todos os objetivos citados acima são difíceis de atingir. Há várias questões envolvidas como, por exemplo, a situação política do país ou a situação social em que a escola está inserida. Entretanto, apesar das inúmeras dificuldades que se pode imaginar, também há muita pesquisa em educação propondo caminhos para que a escola atinja seus objetivos (SANTOS; GEBARA, 2012). Entre essas estratégias, podemos citar aquelas com foco na abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) (SANTOS, 2000).

A abordagem CTS propõe que as aulas de Física, por exemplo, sejam ministradas de forma contextualizada e problematizadora. Os alunos precisam ser capazes de enxergar como aqueles conteúdos estão presentes no dia a dia deles e, além disso, serem capazes de utilizar esses novos conhecimentos para transformar a realidade em que vivem resolvendo problemas reais.

Além disso, a incansável busca por melhoria na vida da população com avanços tecnológicos influencia diretamente na concepção de que a tecnologia somente traz o bem e que se deve confiar cegamente nos avanços científicos e tecnológicos. Porém, esses avanços, muitas vezes, vêm acompanhados de problemas ambientais, problemas relacionados à saúde, além de gerar desemprego, já que diversos produtos tecnológicos podem substituir a mão de obra humana (STRIEDER, 2008).

Por conta disso, as discussões sobre assuntos relacionados com o enfoque CTS vêm ganhando cada vez mais espaço no Ensino de Ciências. Segundo Strieder (2008, p. 13), para a abordagem dos conteúdos de acordo com esse enfoque,

não basta ensinar apenas os conceitos científicos, desvinculados do entorno, da realidade dos educandos. Torna-se necessário um ensino que esteja voltado para fornecer subsídios para promover uma compreensão crítica e reflexiva sobre o contexto científico-tecnológico e suas relações com a sociedade.

Portanto, para que se tenha uma implementação correta desse tipo de abordagem na educação, é preciso ter padrões e direções com recursos bem objetivos além de estratégias para sua implementação (STRIEDER, 2008). Sendo assim, não podemos utilizar essas abordagens de qualquer maneira, é necessário tempo para as discussões e planejamento das atividades que serão propostas.

Segundo Strieder (2012), é necessário considerar que a implementação dessa abordagem nos dias atuais é muito complexa, ainda mais quando comparada há algumas décadas, já que qualquer discussão desse tipo pode envolver várias áreas do conhecimento além da área científica, como por exemplo: social, político, econômico e científico-tecnológico. E isso abre chance para variadas maneiras de se abordar assuntos com enfoque CTS, ou seja, abre espaço para a diversidade.

Para Aikenhead (2003, apud STRIEDER, 2012), essa multiplicidade gera diversas críticas aos trabalhos envolvendo esses assuntos, pois torna-se necessário descrever de maneira sistemática os variados significados que ele contém. Porém, o autor destaca que, de forma geral, os variados trabalhos envolvendo CTS convergem para um mesmo resultado, ao defenderem a ideia de que há a necessidade de transformar o ensino de ciências de tal forma a valorizar questões como o humanismo.

A diversidade de opiniões sobre o enfoque CTS abrange interações entre ciência e tecnologia ou ciência e a sociedade, o que se dá por meio de diversos recursos que podem estar relacionados entre si. Entre esses recursos, Aikenhead (1994 apud SANTOS & MORTIMER, 2001) destaca: recursos tecnológicos, investigações, alguns cenários sociais que estejam ligados à ciência e à tecnologia, questões filosóficas, históricas ou sociais em meio à comunidade científica.

Aikenhead (1994) destaca alguns objetivos que são pertinentes para educação CTS, por exemplo, a necessidade de se formar pessoas com olhares críticos para tomadas de decisões, cidadãos responsáveis, cidadãos conscientes, e uma comunidade mais humanista acrescidos de cientistas e engenheiros.

Portanto, podemos concluir que essa proposta está baseada no princípio de que a ciência deve estar intimamente ligada à sociedade, assim como o proposto pela LDB. Por esse caminho, os alunos são acostumados a pensar criticamente sobre o mundo que os rodeia,

como por exemplo, sobre a tecnologia que usamos o tempo todo na nossa vida e os riscos que podem trazer para o meio ambiente e para a sociedade devido a interesses políticos, sociais, militares e etc. Com isso em mente, Bazzo (1998, p.142) afirma que:

É inegável a contribuição que a ciência e a tecnologia trouxeram nos últimos anos. Porém, apesar desta constatação, não podemos confiar excessivamente nelas, tornando-nos cegos pelo conforto que nos proporcionam cotidianamente seus aparatos e dispositivos técnicos. Isso pode resultar perigoso porque, nesta anestesia que o deslumbramento da modernidade tecnológica nos oferece, podemos nos esquecer que a ciência e a tecnologia incorporam questões sociais, éticas e políticas.

Quando um aluno aprende por meio dessa abordagem, ele é levado a refletir sobre os produtos da ciência e como eles afetam a vida das pessoas (incluindo a dele mesmo) e o ambiente. Os alunos são levados a refletir que nem sempre a tecnologia traz benefícios e que os produtos das pesquisas científicas devem ser utilizados com sabedoria. Vale notar também que essa abordagem pode ser adotada em diferentes tipos de aula, ou seja, ela se aplica tão bem em aulas expositivas quanto em aulas demonstrativas com experimentos ou até mesmo em aulas invertidas.

Existem, ainda, diversos estudos que apontam para a importância de o professor desenvolver aulas em que o aluno seja ativo e participe efetivamente na construção do próprio conhecimento (MORÁN, 2015). Nesse sentido, a escola, como citado anteriormente, tem o papel de moldar o aluno, mas é importante levar em consideração toda a bagagem de conhecimentos que ele traz de suas experiências pessoais cotidianas. Esse pensamento está bem conectado com as ideias de Vygotsky que concebe o homem como produto de suas relações sociais, ou seja, o meio é determinante para a formação do indivíduo (NEVES, DAMIANI, 2006). No entanto, é importante notar que não é apenas na escola que o ensino acontece. Atualmente pode-se encontrar diversos trabalhos que tratam das possibilidades de aprendizagem existentes fora do ambiente escolar (UHMANN, ZANON, 2013).

Alguns estudos dividem o ensino em três categorias: formal, informal e não-formal (COOMBS, PROSSER e MANZOOR, 1973). O ensino formal é caracterizado por uma estrutura organizada e pensada para que o aluno se desenvolva e adquira novos conhecimentos. É feita a divisão das disciplinas (matemática, português, geografia, etc), divisão das tarefas administrativas (professores, diretores, etc), é determinado um objetivo a ser atingido pelos alunos ao final de um certo período letivo e também é feita a separação por séries (baseadas, por exemplo, na idade), além de serem oferecidos certificados oficiais na conclusão de um determinado objetivo. Essa é a estrutura com a qual somos acostumados

desde criança. Passamos pela pré-escola, ensino fundamental I e II, ensino médio e depois alguns até fazem faculdade ou algum ensino profissionalizante.

É natural pensarmos que o aprendizado acontece apenas no ambiente escolar. Entretanto, aprendemos desde que nascemos. Estamos constantemente cercados de situações que nos forçam a evoluir, desafios que nos ajudam a crescer. A criança, ainda muito pequena, aprende como andar, falar, comer, tomar banho sozinha e etc (VYGOTSKY, 1987). Tudo isso é ensinado fora do ambiente escolar. Quando ficamos mais velhos aprendemos outras coisas importantes que nos ajudam na nossa relação com nossos amigos e familiares, aprendemos sobre certo e errado (ética) e desenvolvemos novas habilidades a cada dia. Muitos desses conhecimentos são passados intencionalmente pelos nossos familiares, mas também existe aquele conhecimento que acontece sem querer, que vem das nossas experiências do dia a dia. A essa experiência não intencional dá-se o nome de ensino informal.

O ensino informal é estabelecido a partir de atividades de demonstração e são apresentadas com características diferentes de acordo com o meio em que estão inseridas, por exemplo, atividades de demonstração em palestras ou conferências é referente aquelas atividades experimentais que utilizam algum tipo de experimento para auxiliar na explicação de algum conceito durante a fala do apresentador. De acordo com Taylor (1988), esse tipo de atividade é muito antiga, pois, desde o século XVII, há registros de cientistas famosos que apresentavam tais palestras, entre eles: Michael Faraday, Hermann von Helmholtz, Thomas Young, entre outros. Esse tipo de atividade foi chamada de “Lecture Demonstration” e se assemelha a um show, onde, para Taylor (1988, *apud* MONTEIRO *et al*, 2006) os experimentos e os equipamentos utilizados são também protagonistas para a divulgação de ciência. Além disso, também se enquadram no ensino informal as atividades de demonstração em centro de ciências e em museus, mas, nesse caso, os experimentos ficam expostos em mesas e o público pode observar ou manusear. Nesse caso, o principal objetivo é a divulgação científica.

A terceira definição é a de ensino não-formal. Ele também ocorre em lugares como museus e centros de ciência, ou seja, existe uma certa intenção de ensinar, mas não há um modelo rígido para fazê-lo como é o caso do ensino formal (CREPALDI, MARTINS e SOUZA, 2013). Com isso, os centros de ciência, por exemplo, podem escolher diversas maneiras mais interativas, em que os visitantes podem mexer, participar e estar completamente envolvidos com a visita. Além disso, as exposições e mostras são comumente organizadas de maneira que o local possa receber tantos grupos de alunos apresentar um determinado conteúdo para um público bastante amplo (envolvendo diversas idades).

Atualmente, os museus e centros de ciências tem buscado por estratégias em uma excursão escolar como também receber pessoas que procuram apenas um momento de lazer.

Em princípio, as definições de ensino formal, ensino não-formal e ensino informal, parecem estar bem claras. Mas, Gohn (1999) questiona se essa divisão realmente é necessária e se realmente faz sentido. Para entendermos com mais clareza porque essa dificuldade aparece, Marandino (2017) cita em seu artigo um exemplo muito interessante

uma família visitando um jardim botânico estaria vivenciando a modalidade não formal ou informal? E o jardim botânico, ao musealizar seu espaço, organizando os organismos vegetais de uma forma específica e divulgando informações por meio de painéis, etiquetas, folders ou mesmo do discurso de um mediador, estaria praticando a modalidade não formal ou informal? E se uma escola visitasse esse mesmo jardim botânico, estaríamos falando de uma educação formal ou não formal? Vemos claramente nestes exemplos as sobreposições destacadas por Coombs e Ahmed (1974), levando-nos inclusive a questionar se é desejável e promissor separar de forma estanque essas experiências educacionais e, no limite, questionar se realmente essas definições são necessárias e ainda fazem sentido no contexto educacional do século XXI (2017, p. 813).

Portanto, de acordo com essa autora, é muito difícil definir limites para a aprendizagem, pois aprendemos o tempo todo, de forma intencional ou não e há uma enorme possibilidade de caminhos que a escola pode optar para levar seus alunos aos objetivos propostos pela educação em seu contexto formal. É interessante ressaltar como a união entre essas três definições citadas acima pode ser benéfica para o indivíduo. Imagine que a escola, em seu ambiente formal, leve sempre em consideração as concepções que os alunos trazem da sua cultura e dinâmica social. Além disso, imagine que a escola esteja constantemente envolvida com projetos não-formais, levando os alunos para participar de exposições e excursões que misturam educação e lazer, motivando os alunos ao questionamento e à busca por conhecimento enquanto se divertem. Some a isso uma educação baseada em CTS, em que há uma preocupação em traduzir todo o conhecimento adquirido em ação concreta, ou seja, em resolução de problemas reais (SANTOS, 2000).

Há muita vantagem nessa união e ela pode ser bastante frutífera já que o conhecimento não é um processo linear, ao invés disso o conhecimento se constrói através da linguagem, como apontado por Vygotsky (1987), e as estruturas cognitivas se modificam constantemente, até que em certo momento o indivíduo consegue fazer a conexão entre o que foi ensinado nos diversos contextos de educação e concretizar seu aprendizado.

Em relação às atividades de demonstração usadas no ensino informal, Taylor (1988, *apud* MONTEIRO *et al*, 2006) consideram que todas elas mostram a importância do experimento para demonstrar um fenômeno físico, além disso, têm como objetivo fazer o

público observar e refletir sobre os fenômenos ali demonstrados. Segundo os autores, “nas lectures demonstrations” havia preocupação em tornar os ambientes que iriam ocorrer as palestras agradáveis e motivadores. Com isso, era comum a utilização de equipamentos artisticamente confeccionados para que o evento ganhasse perfil de um show.

Com relação à aprendizagem, é comum encontrarmos pessoas que enxergam as atividades relacionadas com ensino informal como, por exemplo, as “lectures demonstrations”, os centros de ciências e museus apenas como espaços de lazer, onde o aprendizado não acontece efetivamente. Há teorias cognitivas que vão dizer que um novo conhecimento só acontecerá se o indivíduo já tiver a estrutura mental necessária para que aquele novo conteúdo seja compreendido, ou seja, você só é capaz de atingir um certo nível de conhecimento depois que os níveis anteriores já estiverem bem estabelecidos no seu cérebro (PIAGET, 1987, *apud* GASPAS, 2002). Por outro lado, segundo Gaspar (2002, p.178), “não é o desenvolvimento cognitivo que possibilita a aprendizagem, mas é o processo de ensinar e o esforço de aprender que promovem o desenvolvimento cognitivo”.

Com isso, Vygotsky (1987, *apud* GASPAS, 2002) acredita que, o indivíduo que será ensinado não necessita ter desenvolvido uma certa capacidade cognitiva para fazê-lo capaz de aprender algum conteúdo novo, o que realmente importa para aquisição do conhecimento é sua vivência anterior sobre aquele assunto e também a forma que o conteúdo é ensinado.

De acordo com Libâneo (2010), ninguém escapa da educação, ou seja, o indivíduo é educado de diferentes formas e sobre influência do meio em que está inserido, afirmando que:

Na casa, na rua, na igreja ou na escola, de um modo ou de muitos, todos nós envolvemos pedaços da vida com ela: para aprender, para ensinar, para aprender-e-ensinar. Para saber, para fazer, para ser ou para conviver, todos os dias misturamos a vida com a educação. Com uma ou com várias: educação? Educações. (...) Não há uma forma única nem um único modelo de educação; a escola não é o único lugar em que ela acontece e talvez nem seja o melhor; o ensino escolar não é a única prática, e o professor profissional não é seu único praticante (LIBÂNEO, 2010, p. 26).

Segundo esse autor, a educação pode ocorrer em diversos ambientes que o indivíduo frequenta e a educação informal é inevitável, pois corresponde ao ambiente sociocultural.

A educação informal corresponderia a ações e influências exercidas pelo meio, pelo ambiente sociocultural, e que se desenvolve por meio das relações dos indivíduos e grupos com o seu ambiente humano, social, ecológico, físico e cultural, das quais resultam conhecimentos, experiências, práticas, mas que não estão ligadas especificamente a uma instituição, nem são intencionais e organizadas (LIBÂNEO, 2010, p. 31).

Em relação à aprendizagem, Gaspar (2002), baseado nas ideias de Vygotsky (1987), enfatiza que o processo de ensino e de aprendizagem que ocorre entre professor e aluno pode ser comparado entre transferências de arquivos de um computador para outro, porém, essa transferência de conhecimento não se faz diretamente de forma sequencial de impulsos eletromagnéticos como na máquina de computador. A maneira que o aluno utiliza para se apropriar do conhecimento do professor é feita pela linguagem, interação verbal e simbólica. Porém, “ao contrário do que ocorre costumeiramente com os computadores, que, ou têm memória suficiente e permitem a instalação imediata do programa, ou não a têm e não o instalam, o cérebro humano constrói a “memória” de que precisa enquanto instala o programa.” (GASPAR, 2002, p.178).

Sendo assim, o cérebro humano constrói as condições necessárias para que um novo conhecimento seja assimilado e então, naturalmente ele cria as estruturas cognitivas necessárias para que essa ideia nova seja interiorizada. Isso ocorre durante o processo de ensino e aprendizado (GASPAR, 2002). Esse é um processo que pode ou não ser longo e isso dependerá de diversos fatores como a maneira como o conhecimento é apresentado, o desnível cognitivo a ser superado, etc (ROGOFF, 1984).

Nesse sentido, os centros de ciências podem ser de grande utilidade para despertar o interesse e a motivação no aluno, mesmo que, de modo geral, o aluno não aprenda formalidades técnicas usadas, por exemplo, na física. Segundo Gaspar (2002), outros pesquisadores como Shortland (1987, *apud* GASPAR, 2002) são contra museus e centro de ciências, pois destacam que o indivíduo pode sair de lá com diversos conceitos mal compreendidos.

Por outro lado, há aqueles pesquisadores que a partir de observações relatam a eficiência dessas instituições em relação ao ensino. Utilizando argumentos de Serrel (1990), Gaspar (2002, p. 177) destaca que “algo sempre fica” no sentido que algum conhecimento sempre é absorvido pelos alunos e que muitos assuntos específicos só ficam melhor compreendidos a partir de uma visita a um centro de ciências.

Quando o indivíduo participa de uma mostra de ciências, interage com um experimento e escuta um guia explicar certos conceitos ele começa a desenvolver novas estruturas cognitivas. Há muita preocupação com as tais “concepções espontâneas” que podem aparecer na mente dos alunos. Como já mencionado, aqueles que se preocupam com o fato de que em museus os alunos podem acabar tendo uma ideia errada (ou muito superficial) de um determinado assunto e que depois será difícil para eles aprenderem o que de fato é correto, para Vygotsky (1987), isso não acontece, pois “Não há ideias errôneas, porque não há ideias

definitivas. Toda ideia é, ou pode ser, provisória, desde que adequadamente trabalhada” (GASPAR, 2002, p. 181).

Entre os exemplos de ensino informal, destacamos um projeto, desenvolvido por Sena (2011), intitulado “show de energia”, em que são abordados alguns conceitos físicos por meio de atividades de demonstração. Neste trabalho, apresentamos uma proposta para abordar alguns dos experimentos utilizados nesse projeto de acordo com o enfoque CTS.

3 METODOLOGIA

Neste trabalho, elaboramos algumas propostas relacionadas a alguns desses experimentos, com o objetivo de viabilizar que eles sejam abordados de forma a articular os conceitos físicos com os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais.

Sendo assim, diante dessa configuração, propomos um novo modelo de apresentação do show de energia para que o discurso do apresentador esteja de acordo com o enfoque CTS. Ou seja, sugerimos que a apresentação de cada experimento seja trabalhada de forma abordar as possíveis aplicações daquele experimento no contexto social e, além disso, mostrar as possíveis implicações para o meio ambiente trazidas pela implantação de tecnologias.

Para isso, apresentamos os experimentos que têm sido utilizados no “Show de Energia” e depois selecionamos aqueles que consideramos viáveis para serem abordados de acordo com tal enfoque e propusemos uma nova abordagem para ser usada durante o show. Os experimentos selecionados foram: Transformador de baixa tensão, gerador de Van de Graaff, garrafa de Leyden e nitrogênio líquido.

4 O SHOW DE ENERGIA

O Show de Energia, que ocorre na UNESP – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, é uma apresentação interativa de experimentos de física básica no formato de um show com duração de aproximadamente uma hora. O intuito, além de oferecer uma experiência lúdica aos alunos de ensino médio, é lembrá-los da importância do uso consciente de energia. Dessa forma, o show está articulado com o enfoque CTS e pode facilitar o aprendizado, ou seja, essa abordagem leva em consideração problemas reais da atualidade e une a física com diversão e discussões sobre temas atuais e cotidianos que ajudam os alunos a enxergarem onde aqueles conteúdos aparecem diariamente em suas vidas. Apesar de ser uma apresentação curta (aproximadamente uma hora), o show incentiva que as discussões continuem em aula e motiva professores e alunos a repensarem a maneira como o processo de ensino-aprendizagem se desenvolve nas escolas (MONTEIRO *et al*, 2006).

Além disso, Monteiro *et al* (2006) destacam outra preocupação que incentivou a criação do show de energia na FEG-UNESP, ressaltando que, de acordo com um dado do Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI) (2010), existem apenas 5,1% de alunos de ensino superior cursando engenharia. Comparando com o Japão na mesma data, esse número é 19,4%. Esses números baixos podem estar relacionados com a baixa qualidade de ensino em física, química e matemática nas escolas do Brasil. Para confirmar essa informação, podem-se consultar os dados do Educasenso de 2007 (BRASIL, 2008), onde podemos perceber que, no Brasil, faltavam 55 mil professores de física.

Sena *et al* (2015) explicam como funciona o Show de Energia que acontece na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG – UNESP). Eles comentam que as atividades podem acontecer tanto no ambiente universitário como também nas escolas parceiras do projeto, entrando exatamente na categoria de ensino informal citada anteriormente. O trabalho destaca a relevância de atividades desse tipo, principalmente para a motivação dos alunos que costumam ter muita dificuldade com os conteúdos de Física. Além disso, o objetivo do projeto é levar de forma lúdica uma reflexão sobre o consumo de energia e é estruturado de forma que o aluno tenha um papel ativo na sua aprendizagem e conscientização.

Também há uma grande preocupação em fazer divulgação científica e em estimular o aprendizado sobre novas tecnologias e suas consequências na sociedade. O show tem a vantagem de ser muito atrativo e dinâmico, ou seja, os alunos são expostos às situações-problemas (experimentos) e depois eles mesmos precisam encontrar uma explicação para o

que aconteceu no palco. Os monitores agem apenas como guia e direcionam o olhar dos alunos para aquilo que é mais importante em cada situação. Essa abordagem também pode ser feita em sala de aula, através de aulas experimentais seguindo o mesmo modelo.

Para as apresentações desse show são convidados alunos do ensino público, de modo que em cada apresentação participam entre 50 e 200 alunos. No decorrer dessas apresentações, alguns alunos são convidados a participarem ativamente das atividades de demonstração. De acordo com Moraes e Sena (2014), o principal desafio em trazer uma atividade relacionada com ensino informal é lidar com a desmotivação por parte dos alunos e até mesmo de alguns professores. Eles perceberam que as atividades experimentais, usadas como estratégia de ensino para fazer os alunos compreenderem um fenômeno físico, também contribuem para resolver essa questão da desmotivação.

Moraes e Sena (2014) enfatizam que o principal objetivo dessa atividade foi o de despertar o interesse nos alunos do ensino médio a cursarem uma faculdade relacionada com ciências da natureza e suas tecnologias. Além disso, os autores buscaram apresentar novas estratégias de ensino a professores, dessa área, que se encontravam desmotivados a lecionar suas aulas tradicionais.

Para alcançar esses objetivos, os autores da pesquisa abordaram assuntos atuais sobre tecnologias com o intuito de fazer os alunos vincular tais questões com sua vida cotidiana, facilitando assim, o processo de ensino e aprendizagem (MORAES, SENA, 2014).

Entre os experimentos que podem ser utilizados no show, destacamos os seguintes: estrutura humana, looping, plataforma giratória, transformador de baixa tensão, tubos cantantes, hemisférios de Magdeburg, gerador eletrostático de Van de Graaff, garrafa de Leyden, nitrogênio líquido.

O experimento estrutura humana tem como objetivo demonstrar na prática o conceito de centro de massa e equilíbrio de forças. Para a realização desse experimento, é necessária a colaboração de 4 voluntários que se sentam em banquinhos dispostos na forma de um quadrado. A seguir, eles são orientados a se deitarem um no colo do outro. Dessa maneira, o centro de massa de cada um fica apoiado na perna de seu vizinho, criando um sistema em equilíbrio.

O experimento looping é utilizado para explicar o conceito de energia, bem como suas transformações. Solta-se uma bolinha do alto de um trilho a fim de se verificar se ela consegue completar o looping. Nesse caso, é explicado o conceito de energia cinética e energia potencial gravitacional, além de como a energia cinética se transforma em energia potencial e vice-versa.

A plataforma giratória é um experimento usado para explicar a conservação do momento angular. É necessário um voluntário para a realização dessa atividade, solicitando-se que ele se posicione sobre a plataforma tendo em suas mãos dois objetos que possuem uma massa de aproximadamente 1kg cada. Com um pequeno impulso inicial dado pelo monitor, o aluno começa a girar e então é orientado que ele abra e feche os braços fazendo com que seu corpo gire mais rápido quando seu braço fecha e mais devagar quando seu braço levanta.

O transformador de baixa tensão tem como objetivo mostrar a transformação de uma tensão alta para uma tensão baixa, além de serem abordados os conceitos sobre bons e maus condutores elétricos e o efeito Joule.

Os tubos cantantes são dois canos de diferentes diâmetros usados para produzir sons de diferentes frequências sonoras. A produção do som em cada um dos canos é devido ao atrito dos dedos “sujos” com cera de handebol com o cano. Aqui é falado sobre o conceito de frequência sonora, diferença entre intensidade e amplitude do som etc.

Hemisfério de Magdeburg é um experimento feito juntamente com uma bomba de vácuo. Com o auxílio dessa bomba é retirado o ar de dentro de dois hemisférios acoplados a fim de formar um vácuo parcial. Com a retirada do ar, a pressão atmosférica é maior do que a pressão interna dos hemisférios, fazendo com que os hemisférios fiquem fortemente conectados, não sendo possível o desacoplamento usando a força bruta. Portanto, a brincadeira “cabo de guerra” é utilizada para mostrar que os hemisférios não serão desacoplados mesmo usando uma força intensa.

O gerador de Van de Graaff é um experimento que usa o conceito de eletrostática. Nesse experimento, é utilizado um equipamento que, basicamente, usa a eletrização por atrito para gerar cargas elétricas que ficam acumuladas na esfera. Um voluntário é convidado a ficar com a mão na esfera enquanto está sendo carregada de cargas elétricas, o que faz com que a pessoa fique eletrizada com cargas de mesmo sinal que a esfera. Por conta disso, veremos os cabelos do(a) voluntário(a) se levantar devido a repulsão entre os fios.

A garrafa de Leyden é utilizada juntamente com o gerador de Van de Graaff. É uma garrafa que se comporta como um capacitor. Sendo assim, com o gerador de Van de Graaff carregado é possível transferir as cargas acumuladas na esfera para a garrafa, fazendo com que ela fique eletrizada e descarregue toda sua carga caso entre em contato com alguma superfície. Para a dinâmica deste experimento, é utilizado todo o público que estiver assistindo ao show. Pedimos que todos deem as mãos na forma de um círculo, com objetivo de formar um circuito fechado. Após esse primeiro procedimento, é solicitado que um dos alunos solte a mão do colega e segure a garrafa de Leyden, e então, pede-se que outro aluno

toque na extremidade da garrafa fechando o circuito e descarregando a garrafa instantaneamente, dando a sensação de choque em todos participantes.

O último experimento, nitrogênio líquido, é abordado utilizando o conceito de temperatura, pressão e volume. Com o nitrogênio líquido dentro de uma caixa de isopor, são colocadas algumas bexigas infladas dentro dessa caixa, de modo que elas diminuem os seus volumes devido à queda de temperatura e, portanto, diminuição da pressão interna. Após voltar para a temperatura ambiente é possível observar que a bexiga volta ao seu volume original.

Ao final do show é distribuído um questionário para que os alunos respondam. Nesse questionário tem perguntas sobre a opinião do aluno em relação a cada experimento e também sobre os conceitos que foram abordados durante as apresentações. As questões utilizadas nesse questionário, em geral, não abordam assuntos relacionados ao enfoque CTS, o que seria interessante em um tipo de apresentação como essa.

Sendo assim, neste trabalho, propomos que na apresentação desse show os conhecimentos físicos sejam abordados de acordo com o enfoque CTS e que as questões usadas no referido questionário também possam avaliar o aprendizado do aluno dentro dessa perspectiva.

5 PROPOSTAS DE ATIVIDADES

Os experimentos que selecionamos para propormos que sejam abordados de acordo com o enfoque CTS são: Transformador de baixa tensão; gerador de Van de Graaff; garrafa de Leyden; e nitrogênio líquido.

Fazendo um levantamento dos principais tópicos que podem ser abordados em cada experimento, temos que na apresentação do transformador de baixa tensão são discutidos assuntos sobre a transformação de uma tensão alta em uma tensão mais baixa, além de ser comentado sobre bons e maus condutores elétricos. Porém, esses conceitos são abordados de maneira superficial, não sendo trabalhados pontos importantes sobre esse assunto como: a utilização desse tipo de bobina em hidrelétricas, os impactos sociais e ambientais das hidrelétricas e a utilização de outras fontes de energia.

No experimento gerador de Van de Graaff, é possível aprofundar a discussão dos conceitos da eletrostática usando como tema os raios numa tempestade. Podem ser citados alguns dados sobre os possíveis impactos desse fenômeno à sociedade, além de serem discutidas a funcionalidade de para-raios e quais são as orientações para quem estiver em meio a uma tempestade.

Com relação à garrafa de Leyden, durante as apresentações são abordados o funcionamento de capacitores e a quantidade de cargas que uma garrafa pode armazenar, porém não são discutidos assuntos importantes como, por exemplo, a possibilidade de uma pessoa tomar choque em uma televisão devido ao capacitor utilizado no seu circuito eletrônico, a ocorrência do descarregamento de carga para fazer o flash de uma câmera funcionar, etc.

No experimento nitrogênio líquido, o apresentador discute apenas a relação da temperatura dessa substância com a pressão e dá uma breve explicação do motivo pelo qual a bexiga diminui o seu volume quando colocada em contato com o nitrogênio. A ideia aqui é trazer mais informações sobre o nitrogênio e como ele pode influenciar na vida dos seres vivos. Utilizando o conceito do ciclo do nitrogênio é possível abordar as consequências ambientais que podem ocorrer devido à alteração desse ciclo.

Em relação ao questionário, sugerimos que os alunos não o respondam logo após a apresentação. A ideia é que eles tenham um tempo maior para respondê-lo, podendo fazê-lo em casa.

A seguir, apresentamos a proposta relativa a cada experimento.

5.1 TRANSFORMADOR DE BAIXA TENSÃO

Inicialmente, propomos que ocorra a apresentação do experimento, tal como é feito no show inicial, porém, após o término da demonstração, sugerimos que seja problematizada a questão da geração de energia elétrica, de suas fontes e da forma como é gerada.

Nesse momento, sugerimos a abordagem da geração de energia elétrica de modo mais conceitual, promovendo-se uma discussão sobre hidrelétricas e possíveis impactos ambientais. Será necessário discutir brevemente o conceito de conservação de energia e suas transformações. Nessa perspectiva, a proposta para essa atividade é a seguinte:

5.1.1 Explicação do conceito de energia

Energia é uma grandeza física que está associada a um corpo, sendo assim, temos uma unidade de medida para mensurar essa grandeza que, no sistema internacional, é o Joule. Sistema Internacional de Unidades é um conjunto de unidades de medidas padrão no mundo todo referente à cada grandeza física, por exemplo, em relação à grandeza massa a unidade de medida no Sistema Internacional é o quilograma, ou seja, a comunidade científica chegou à conclusão que se usaria o Kg como unidade padrão para medir quantidade de massa. Continuando a explicação sobre energia, pode-se destacar que é uma grandeza que quando está associada a algum objeto dá a ele a incrível possibilidade de realizar uma ação. Essa ação pode ser, por exemplo, um movimento, podendo-se concluir que corpos em movimento só estão em movimento porque existe energia associada a eles.

Outro ponto interessante é que a energia não pode ser criada nem destruída, podendo somente ser transformada. Sendo assim, a energia elétrica que utilizamos em nossa casa não está sendo criada numa usina hidrelétrica, mas sim, transformada. Então, pode-se colocar a questão: como essa transformação pode ocorrer? A transformação de energia está por toda parte, de modo que, neste exato momento estamos sujeitos a transformações de energia. Por exemplo, para andarmos é necessário que haja transformação de energia química, que está associada aos alimentos que ingerimos, em energia cinética, que é a energia do movimento.

5.1.2 Discussão sobre a energia elétrica gerada em uma usina hidrelétrica

A energia elétrica que chega em nossa residência é fruto de uma transformação de energia potencial devido à queda da água contida em um grande reservatório. Ou seja, a

energia potencial devido à essa queda gira uma turbina que tem como finalidade transformar essa energia potencial em energia elétrica. Porém, a energia elétrica gerada nessas usinas é de alta intensidade, sendo necessária a utilização de transformadores, como o do experimento, para transformar essa tensão alta em uma tensão baixa e assim conseguimos utilizar em nossa residência.

Como vimos, a energia elétrica não é criada, mas sim transformada. Com isso em mente, vale mencionar que a usina hidrelétrica não é a única usina capaz de gerar energia elétrica, existem também: a energia eólica, energia nuclear, energia solar.

5.1.3 Discussão sobre os impactos ambientais que podem ocorrer devido a construção de uma usina hidrelétrica

Será que a usina hidrelétrica só traz benefício para a sociedade? E a usina nuclear? Pois bem, de acordo com temas que nos preocupar também com os pontos negativos da construção de uma usina desse tipo. De acordo com Francisco (2021), para construir uma usina hidrelétrica tem que haver desmatamentos, o que altera a paisagem do local, traz complicações para a fauna e à flora, podendo também deslocar famílias que moram numa determinada região. Além disso, muitas árvores que são derrubadas ficam submersas apodrecendo sob a água, o que pode fazer com que haja proliferação de mosquitos que podem causar doenças.

De acordo com Bedmar e Araguás (2002), também é necessário considerar os riscos de vazamentos e infiltrações de usinas hidrelétricas, pois nem sempre é possível prever o comportamento dessas estruturas. Esse tipo de problema pode causar erosão interna no dique fazendo-o ficar instável.

A usina nuclear é um tipo de usina que tem maior eficiência na produção de energia elétrica, porém é a que mais prejudica o ambiente. Por exemplo, nessa usina é utilizada a água dos mares para resfriar os reatores e mover as turbinas. Após ser utilizada a água é devolvida para o mar mais quente do que quando foi retirada, o que pode ocasionar danos à fauna e à flora marinha.

Além disso, de acordo com Silva (2021), existe o risco de contaminação do meio ambiente pelos rejeitos radioativos da usina. Como essas usinas utilizam elementos radioativos, é necessário um descarte adequado para não poluir o meio ambiente. Porém, esse descarte é complexo e precisa ser monitorado, pois, os rejeitos podem permanecer nocivos para o meio ambiente durante milhares de anos. Em alguns países houve casos de descarte

incorreto desses rejeitos e foram jogados materiais radioativos em mares, minas e cavernas. Essas atitudes causaram um grande desequilíbrio ambiental.

Silva (2021) destaca que a geração de energia elétrica a partir da energia eólica, consiste em utilizar a energia potencial associada aos ventos e transformá-la em energia cinética movendo os aerogeradores para ser transformada em energia elétrica.

Essa é uma das fontes de energia mais limpa que existe, pois não produz poluentes. Porém, seu aproveitamento é baixo, sendo utilizada somente para complementar a geração de energia elétrica no Brasil. Além disso, mesmo sendo uma das formas de energia mais limpas que existem, ainda temos pontos negativos. De acordo com uma reportagem feita por Evanildo da Silveira para a BBC News Brasil, a energia eólica pode trazer diversos impactos ambientais, como por exemplo a destruição da vegetação e morte de animais, dados constatados por pesquisadores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que estudam desde 2011 os prejuízos de parques de geração de eletricidade na Caatinga. Além disso, os ruídos dos aerogeradores podem atrapalhar a vida de famílias que residem próximos a parques como esses.

Por fim, nosso último exemplo de geração de energia elétrica é a partir da energia solar. A energia proveniente da luz solar emitida em painéis fotovoltaicos é convertida em energia elétrica ou, se for usada para o aquecimento, é convertida em energia térmica. A transformação dessa energia é feita pelas células fotovoltaicas que são feitas de materiais semicondutores. Basicamente, quando a luz solar incide sobre essas células, temos o transporte de elétrons pelo material condutor até serem captados por um campo elétrico criado por uma diferença de potencial que existe entre os semicondutores. Dessa forma é gerada a energia elétrica (SOUSA, 2021).

Mesmo que pareça uma forma de energia que não traz prejuízos, existem algumas desvantagens. De acordo com Sousa (2021), a fabricação de um painel solar requer uma quantidade de energia tão grande que às vezes é maior do que a energia que será gerada por ele. Além disso, os preços são elevados e podem ser fabricados utilizando energia de fontes não renováveis. Existe também a questão do descarte de painéis solares que não funcionam ou que já passaram do prazo de validade. Como são feitos de materiais como o silício, seu descarte não pode ser feito de qualquer forma.

5.1.4 Questionário

1) Qual relação pode ser estabelecida entre este experimento e a sua vida cotidiana?

- 2) O que podemos fazer para diminuir os impactos causados por usinas hidrelétricas?
- 3) Quais atitudes devemos tomar para que não seja necessária a construção de mais usinas?

5.2 GERADOR DE VAN DE GRAAFF

Inicialmente, propomos a apresentação do experimento da forma como ocorre no show original, chamando-se um voluntário para participar da brincadeira de “levantar seus cabelos” e, após essa apresentação, sugerimos as discussões separadas da seguinte maneira:

5.2.1 Explicação conceitual de eletrostática

A eletrostática é a parte da eletricidade que estuda as cargas elétricas no estado de repouso, baseando-se em dois princípios básicos: a atração e a repulsão de cargas, ou seja, cargas de sinais opostos se repelem e cargas de sinais iguais se atraem. Os corpos podem ser eletrizados de diferentes maneiras, como: pelo simples atrito de um material no outro, pela indução de um corpo já eletrizado a um corpo neutro ou também pelo contato entre dois corpos.

Os corpos podem ser eletrizados positivamente ou negativamente, dependendo da quantidade de elétrons cedidos ou absorvidos por esses corpos. Quando um corpo tende a receber elétrons dizemos que ele é mais eletronegativo do que um corpo que tende a doar elétrons.

Um corpo neutro é um corpo que possui a mesma quantidade de prótons e elétrons, sendo assim, quando um corpo está carregado negativamente, significa que ele recebeu elétrons. Por outro lado, quando um corpo está carregado positivamente, dizemos que ele doou elétrons.

Podemos perceber que somente elétrons são trocados pelos corpos, o que ocorre devido ao elétron estar localizado na eletrosfera do átomo, sendo assim, é necessário menos energia para se retirar elétrons de um átomo do que para retirar um próton que está localizado dentro do núcleo.

5.2.2 Discussão sobre raios numa tempestade

De acordo com Luiz Fujita (2018), para que seja possível a formação de raios é necessário que as nuvens tenham, em seu interior, água em uma temperatura perto do ponto

de fusão, cristais de gelo e granizo. Esses elementos se formam entre 2 e 10 km de altitude, que é a região onde a temperatura fica entre 0 °C e -50 °C. Com a movimentação das nuvens, esses elementos se chocam entre si ocorrendo uma eletrização por atrito. Elementos mais eletronegativos tendem a receber elétrons ficando carregados negativamente, o que é o caso do granizo e das gotas de chuva. Os cristais de gelo e a água quase congelada são menos eletronegativos, portanto, tendem a doar elétrons ficando carregados positivamente.

O granizo e as gotas de chuva são mais densos e se acumulam na parte de baixo da nuvem, já os cristais de gelo e a água quase congelada são menos densos e, então, se acumulam na parte de cima da nuvem. Nesse caso, temos que no topo da nuvem existem elementos carregados positivamente e na parte inferior da nuvem existem elementos que estão carregados negativamente. Com essa configuração, temos a formação de um campo elétrico e a nuvem pode ser comparada com uma pilha.

Essa configuração de dupla polaridade é reforçada pelos raios solares. Na região da ionosfera, esses raios interagem com moléculas de ar e isso faz com que se formem mais íons negativos. Já na superfície da terra temos diversos fatores que contribuem para que ela se mantenha carregada positivamente. Essa polarização cria um campo elétrico muito intenso. Essa tensão muito grande ioniza o ar em sua volta transformando-o em plasma. Como o plasma conduz bem eletricidade, é formado uma espécie de ponte entre a nuvem e o solo sendo possível que a carga em excesso contida na nuvem seja descarregada no solo.

Essa é uma aplicação muito importante da eletrostática na sociedade, pois os raios podem ser prejudiciais em diversos fatores para a população. Vamos agora, discutir algumas implicações que as chuvas com raios podem trazer para a população.

5.2.3 Discussão sobre as implicações de raios na sociedade

As chuvas com raios podem trazer muitos riscos para a sociedade, existindo diversos relatos de implicações causadas por raios numa tempestade. Sendo assim, é muito importante discutirmos alguns cuidados que devemos ter durante uma chuva de raio e também é importante verificarmos se algumas informações que geralmente as pessoas aceitam são verdadeiras.

Um dos principais riscos durante uma chuva de raio são os incêndios que podem ser causados devido à descarga elétrica em um determinado local. Isso pode afetar obras e trabalhadores no local. Como exemplo podemos citar o que ocorreu em 9 de novembro de 2015, quando uma pessoa morreu ao ser atingida por um raio durante uma tempestade em São

Paulo. Segundo a Defesa Civil, até o início de novembro de 2015 foram apontadas dez mortes por raio. Essas e outras notícias são comuns em épocas de muita chuva e tempestade, por isso devemos ficar atentos e mantermos distância de construções ou locais elevados.

Outra questão importante para ficarmos atentos é em relação a eletrodomésticos ligados na rede elétrica durante uma chuva de raio. De acordo com uma pesquisa do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), do ano de 2015, houve um aumento no número de pessoas que morreram dentro de casa devido à descarga elétrica de raios. Isso ocorre porque as descargas elétricas de raios podem ser transmitidas pela rede elétrica ou telefônica, portanto, é muito importante ficar longe de eletrodomésticos durante uma chuva de raios, se possível desligar ou fazer o devido aterramento.

5.2.4 Discussão sobre o funcionamento de para-raios

O que podemos fazer para diminuir os impactos de raios na sociedade? Existem instrumentos e métodos eficazes para ficarmos protegidos desse fenômeno da natureza. De acordo Silva (2021), Benjamin Franklin foi o inventor do para-raios, que corresponde a um instrumento constituído de uma haste de metal ligada à terra por um fio condutor. Além disso, em sua ponta existe uma coroa de quatro pontas revestida por platina, material de alta resistência a temperaturas elevadas.

O objetivo de um para-raios é proporcionar um caminho seguro para a descarga elétrica de raios numa tempestade. O fio condutor sendo ligado à terra, faz com que as cargas elétricas ocorram no solo de forma segura sem danificar nenhum eletrodoméstico e sem trazer nenhum risco para a saúde da população.

Seu funcionamento se baseia no poder das pontas de um condutor. Essa é uma propriedade que tem como característica a concentração de cargas elétricas em extremidades pontiagudas. Sendo assim, uma nuvem carregada eletricamente ao passar pelas proximidades de um para-raios interage com ele e provoca uma indução eletrostática, ou seja, as cargas elétricas de sinal contrário ao da nuvem são induzidas nas pontas do para-raios e um campo elétrico muito intenso é formado nessa redondeza.

Portanto, o campo elétrico sendo muito intenso ultrapassa a rigidez dielétrica do ar, ou seja, o ar de isolante elétrico passa a conduzir eletricidade. Sendo assim, quando esse limite é atingido, o ar é ionizado e forma um caminho condutor até as nuvens e, então, ocorrem as descargas elétricas (SILVA, 2021).

5.2.5 Questionário

4) Como podemos evitar acidentes em um dia de tempestade com chuva de raios?

5) Qual é o princípio básico da eletrostática em relação à atração e repulsão de cargas?

Quando um corpo está eletrizado negativamente, o que significa?

6) O que é necessário conter nas nuvens para que fiquem carregadas a ponto de descarregarem cargas elétricas?

5.3 A GARRAFA DE LEYDEN

Como a garrafa de Leyden utiliza como instrumento de demonstração um capacitor caseiro, propomos a discussão sobre esse dispositivo e suas relações com os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais. Traremos informações importantes sobre sua utilidade e os principais perigos que esses dispositivos podem trazer.

5.3.1 Discussão sobre capacitores

De acordo com Helerbrock (2021), os capacitores são dispositivos que são utilizados para armazenar cargas elétricas. Existem diversos tipos de capacitores e com diversas capacitâncias, sendo que, capacitância é uma grandeza física capaz de mensurar a quantidade de cargas elétricas que um capacitor pode armazenar. Eles são compostos por dois terminais separados por um material dielétrico, ou seja, um material isolante. Quando estão sujeitos a uma diferença de potencial é formado um campo elétrico entre as duas placas, o que faz com que os capacitores acumulem cargas elétricas já que o material dielétrico dificulta a passagem de cargas através das placas.

Como mencionamos, existem diversos tipos de capacitores e eles diferem entre si em seu formato e também no material dielétrico, pois o meio que estará entre as duas placas influencia diretamente em sua capacidade de armazenar cargas. Meios que apresentam alta constante eletrostática, ou seja, meios altamente resistivos são os ideais para a produção de um capacitor.

Como exemplo de tipos de capacitores, podemos citar os capacitores eletrolíticos que são dispositivos formados por finas camadas de alumínio envolvidas de óxido de alumínio e embebecidas de eletrólitos líquidos. Além desses, também existem os capacitores de poliéster que são formados por folhas de poliéster e alumínio. Também existem os capacitores

cerâmicos que têm formato de disco e são formados por placas condutoras que envolvem um meio como papel, vidro ou ar (HELERBROCK 2021).

Já vimos que os capacitores têm como funcionamento básico o armazenamento de cargas elétricas em seu interior. Isso torna a utilização desses dispositivos indispensáveis para circuitos eletrônicos que necessitam de grandes intensidades de corrente elétrica para funcionar, por exemplo, som de alta potência, câmera fotográfica, televisores, computadores, etc.

5.3.2 Discussão sobre capacitores utilizados em aparelhos domésticos

De acordo com Halliday *et al* (2016), os capacitores têm a incrível propriedade de serem descarregados instantaneamente, diferente das pilhas que podem levar vários minutos para carregar e também para descarregar. Por esse motivo, os capacitores podem ser aplicados, por exemplo, em câmeras fotográficas. As pilhas são responsáveis pelo carregamento do flash, porém cabe ao capacitor fazer o descarregamento instantâneo de toda a carga no bulbo, produzindo flashes intensos e brilhantes.

Por conta desse descarregamento de cargas ser instantâneo, os fabricantes de câmeras informam alguns cuidados com o uso do flash em câmeras, já que pode ocorrer acidentes de choque devido ao mal-uso. O mesmo ocorre em televisores, pois eles são compostos por grandes capacitores capazes de armazenar uma quantidade de carga muito grande. Por esse motivo é muito perigoso abrir uma televisão sem saber onde está localizado o capacitor, pois estando carregado esse dispositivo pode descarregar toda sua carga nas mãos de um indivíduo e, dependendo da quantidade de carga armazenada, essas pessoas podem sofrer danos irreversíveis.

Até mesmo computadores possuem esses capacitores, porém, nesse caso, os capacitores que fazem o funcionamento de um computador não possuem a capacitância de mesma intensidade como no caso de televisores.

Concluindo, a abertura desses aparelhos só deve ser feita por especialistas, nunca devemos abrir eletrodomésticos estragados, ou ter a curiosidade de mexer em algum aparelho que não conhecemos. Essa atitude deve vir de nós e ser transmitida para as pessoas menos informadas, podemos salvar a vida de um ser humano usando informações úteis como essas.

5.3.3 Questionário

- 7) Como funciona um capacitor? E o que é necessário para produzir um dispositivo desse?
- 8) Para que serve esse dispositivo? Onde podemos verificar sua aplicação?
- 9) Esse tipo de dispositivo é perigoso? Como podemos evitar acidentes devido a esse dispositivo?

5.4 NITROGÊNIO LÍQUIDO

Para esta última atividade, inicialmente, deve ser feita a brincadeira das bexigas dentro da caixa de isopor contendo nitrogênio líquido, para que os alunos visualizem a bexiga diminuindo seu volume. Após essa primeira etapa, mostra-se o que acontece quando é colocado uma folha de couve imersa no nitrogênio líquido, como no show original. A seguir, sugerimos que ocorram as discussões, separadas da seguinte maneira:

5.4.1 Discussão conceitual sobre o nitrogênio

De acordo com Dias (2021), nitrogênio é um dos elementos mais abundantes no Universo, sendo que na Terra é mais encontrado na forma gasosa ocupando cerca de 78% do volume do ar atmosférico. Ele é um gás presente na tabela periódica na família 5A, é classificado como um não-metal e seu símbolo é a letra “N”. Como já mencionado, na atmosfera é encontrado na forma de gás, sendo que sua fórmula molecular é o N_2 . Ele é incolor, inodoro e insípido, ou seja, não possui cor, cheiro nem gosto.

Em relação às suas transformações de estado, sua temperatura de ebulição é $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$, ou seja, ele se transforma em gás a uma temperatura muito baixa. Enquanto isso, a temperatura de fusão é de $-210\text{ }^{\circ}\text{C}$. Como já mencionado, ele pode ser encontrado em todo lugar, por exemplo, na chuva, no solo, nas proteínas que constituem os seres vivos, etc.

5.4.2 Discussão sobre o nitrogênio no meio ambiente

Neste item todas as considerações apontadas têm origem em Santos (2021).

O nitrogênio participa de um ciclo chamado “Ciclo do Nitrogênio”, que é um ciclo biogeoquímico que garante a circulação dessa substância no meio ambiente e nos seres vivos. Esse ciclo é feito de forma natural, mas podem haver complicações devido a interferências

externas do homem. Esse ciclo possibilita a disponibilização dessa substância no ambiente que disponibiliza para os seres vivos e, novamente, os seres vivos liberam para o ambiente.

Variados processos fazem parte desse ciclo, como por exemplo: Fixação do nitrogênio por bactérias, decomposição da matéria orgânica e formação do íon amônio, processo de nitrificação, que está envolvida em duas etapas: nitrosação e nitratação, e por fim, a desnitrificação, na qual as bactérias desnitrificantes garantem a transformação de nitratos em gás nitrogênio.

O nitrogênio pode ser encontrado em grande quantidade na atmosfera, porém ele não é utilizado diretamente pela maioria dos seres vivos. Os organismos que são capazes de utilizar esse nitrogênio são alguns tipos de bactérias, como as do gênero *Rhizobium*.

Durante o ciclo do nitrogênio, os vegetais conseguem ter acesso a ele por meio de sais nitrogenados que estão disponíveis no ambiente. E então os seres heterótrofos, ou seja, que não produzem seu próprio alimento, conseguem ter acesso ao nitrogênio se alimentando das plantas.

Durante o processo de fixação, as bactérias que vivem em raízes de plantas leguminosas são muito importantes nessa etapa. Elas formam nódulos na região cortical das raízes dessas plantas onde captam o nitrogênio atmosférico e transformam em amônia que será utilizada pela planta.

Já no processo de amonização os decompositores atuam na matéria orgânica nitrogenada e liberam amônia no ambiente. Essa amônia é combinada com a água do solo onde é formado o hidróxido de amônio, na qual se ioniza e produz o íon amônio NH_4^+ e a hidroxila OH^- .

No processo de nitrificação, ocorre a oxidação da amônia em nitrito e, posteriormente, em nitrato. Nesse processo, as bactérias que são importantes são as capazes de realizar quimiossíntese, ou seja, as que utilizam energia liberada na nitrificação para sintetizar suas próprias substâncias orgânicas. Esse processo é realizado em duas etapas: primeiro a nitrosação que é a oxidação de amônia em nitrito e em seguida a nitratação que é a oxidação de nitrito em nitrato. Portanto, o nitrato liberado pode ser absorvido pelas plantas e convertido em compostos orgânicos. É dessa maneira que o nitrogênio entra na cadeia alimentar, pois os animais conseguem adquirir o nitrogênio pela alimentação.

No processo de desnitrificação as bactérias utilizam os nitratos e transformam-nos em gás nitrogênio. Esse processo garante que o nitrogênio volte para a atmosfera na forma de gás. Podemos perceber que o gás nitrogênio passou por um ciclo onde foi devolvido novamente na

forma de gás. Porém, existem diversos fatores que podem alterar esse ciclo e vamos discutir alguns deles a seguir.

5.4.3 Discussão sobre os impactos que as alterações no ciclo do nitrogênio podem trazer para o ambiente

De acordo com Toledo (2014) alteração no ciclo do nitrogênio é causada principalmente pela agricultura, pois as plantas leguminosas juntamente com bactérias fixadoras são capazes de fixar no sistema terrestres grandes quantidades de nitrogênio. Esse excesso da fixação de grande quantidade de nitrogênio no solo se intensificou nos últimos 150 anos com o aumento da produtividade de agricultores, uso de fertilizantes nitrogenados e a queima de combustíveis fósseis para a geração de energia.

Uma quantidade de nitrogênio fixado pela ação do homem é transformada em proteína ao longo da cadeia alimentar, porém grandes quantidades são perdidas e voltam para atmosfera como óxido nítrico (NO). Essa substância reagindo com o vapor de água dá origem a chuva ácida ou também pode reagir com o óxido nitroso (N_2O), um dos gases do efeito estufa.

Além desses problemas, há a possibilidade de o excesso de nitrogênio ser levado na forma de nitrato para o meio aquático causando a eutrofização desses ambientes, ou seja, o crescimento em excesso de algas reduz a quantidade de oxigênio disponível para outros seres vivos.

5.4.4 Questionário e finalização da proposta:

- 10) Qual a temperatura de fusão e ebulição do nitrogênio líquido?
- 11) Qual a importância do ciclo do nitrogênio?
- 12) No que pode acarretar uma alteração no ciclo do nitrogênio?

Dentre os experimentos costumeiramente utilizados no show de energia, selecionamos esses quatro para a nossa proposta, buscando vincular os conhecimentos científicos neles abordados com os aspectos tecnológicos e sociais. Nessa perspectiva, além de manter a apresentação lúdica do show de energia, sugerimos que os alunos sejam levados à reflexão sobre assuntos importantes relacionados à sociedade e ao meio ambiente.

Porém, outros experimentos podem ser abordados de acordo com o enfoque CTS como, por exemplo, o Looping, que pode ser aplicado de forma a articular os referidos aspectos ao trabalhar as transformações de energia nele envolvidas, incluindo aquelas que ocorrem no corpo humano.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente proposta de atividade para o show de energia é baseada em ideias para garantir melhor qualidade nas discussões sobre os assuntos pertinentes à cada experimento e contribuir para a formação crítica dos alunos em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico. Para isso, elaboramos uma nova estrutura para alguns dos experimentos, escolhidos por considerarmos os mais adequados para tratar de questões com o enfoque CTS.

O questionário foi elaborado de forma a abordar os assuntos conceituais de cada experimento e também os tópicos referentes ao enfoque CTS. Foram colocadas 12 perguntas, sendo 3 para cada experimento. Além disso, utilizamos o formato de perguntas dissertativas com objetivo de dar mais liberdade para os alunos expressarem suas ideias e, assim, termos mais dados para a análise dos resultados após a atividade.

Esse novo formato de atividade permitirá a análise das contribuições que o “Show de energia” pode trazer para a formação dos alunos, considerando um número menor de experimentos e discussões mais aprofundadas em termos da articulação entre os conhecimentos abordados e os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais.

Para finalizar, ressaltamos que apontamos apenas algumas possibilidades no sentido de viabilizar a reflexão dos alunos, participantes desse show, acerca as inter-relações CTS. Nesse sentido, esperamos contribuir para que outros trabalhos sejam realizados com o propósito de aplicar a presente proposta e analisar os resultados decorrentes dessa aplicação.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. STS Education: a rose by any other name. *In*: CROSS, R. **A vision for science education**: responding to the work of Peter J. Fensham. New York: Routledge Falmer, 2003. p. 59-75.

AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? *In*: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS. Education**: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994. p.47-59.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BAZZO, W. A.; COLOMBO, C. R. Educação tecnológica contextualizada: ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. **Revista de Ensino de Engenharia**, Florianópolis, v. 20, n.1, p. 9–16, 2001.

BEDMAR, A. P.; ARAGUÁS, L. A. **Detection and prevention of leaks from dams**. London: Balkema Publishers, 2002.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996.

COOMBS, P. H.; PROSSER, R.; MANZOOR, A. **New paths to learning for rural children and youth**. New York: International Council for Education Development, 1973. 133 p.

CREPALDI, I. C.; MARTINS, I. P.; SOUZA, E. G. O ensino de ciências no museu e a educação não formal. *In*: XI CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EDUCERE. **Didática**: teorias, metodologias e práticas. Curitiba: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2013. p. 17420 – 17429. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/CD2013/pdf/7629_5074.pdf. Acesso em: 15 fev. 2021.

DIAS, D. L. Nitrogênio. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/quimica/nitrogenio.htm>. Acesso em: 15 fev. 2021.

FRANCISCO, W. C. Energia hidrelétrica. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/geografia/energia-hidreletrica.htm>. Acesso em: 05 abr. 2021.

GASPAR, A. A educação formal e a educação informal em ciências. *In*: MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C.; BRITO, F. (org.). **Ciência e público**: caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 2002. p. 171-183. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4044729/mod_resource/content/1/Texto%20%20A%20educa%C3%A7%C3%A3o%20formal%20e%20a%20educa%C3%A7%C3%A3o%20informal%20em%20ci%C3%A7ncias.pdf. Acesso em: 2 jan. 2021.

GOHN, M. G. **Educação não-formal e cultura política**: impactos sobre o associativismo do terceiro setor. São Paulo: Cortez, 1999.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**. 9.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. v. 3.

HELERBROCK, R. Capacitores. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/capacitores.htm>. Acesso em: 15 fev. 2021.

PINTO JÚNIOR, O.; CARDOSO, I. **INPE divulga estudo de mortes por raios no Brasil e aponta mudanças no perfil e quantidade das mortes**. Release ELAT, out. 2015.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos, para quê?** 12. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

MARANDINO, M. Faz sentido ainda propor a separação entre os termos educação formal, não formal e informal?. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 811-816, 2017.

MESQUITA, L. **O que é o show de energia?** Unesp, Guaratinguetá, 2014. Disponível em: <https://www.feg.unesp.br/index.php/ijhdr/article/view/306/CTI/CTI/Home/portaria-13-2017-comissao-de-recepcao-2017.pdf#!/pesquisa/grupos-de-pesquisa/inovee/projetos/lab-incognita/show-de-energia>. Acesso em: 23 fev. 2021.

MONTEIRO, M. A.A. *et al.* O papel do ensino informal de ciências: uma análise sobre o impacto do show de energia sobre o interesse dos alunos para cursos de áreas de ciências exatas. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 7, n. 2, abr./jun. 2012.

MORAN, J. M. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (org.). **Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015. (Coleção Mídias Contemporâneas, v. 2).

MORAES, T. P. *et al.* Educação em energia visando despertar o interesse dos alunos para as ciências da natureza e suas tecnologias: show de energia. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 26., 2014, Guaratinguetá. **Anais [...]**. Guaratinguetá: UNESP, 2014.

NEVES, R. A.; DAMIANI, M. F. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. **UNIrevista**, v. 1, n. 2, abr. 2006.

PIAGET, J. **Possibility and necessity**. Minneapolis: University of Minnesota Press, 1987. The role of necessity in cognitive development. Vol. 2.

ROGOFF, B.; WERTSCH, J. V. Childrens learning in the zone of proximal development: **New Directions to Child Development**. San Francisco: Jossey-Bass, n. 23.

SANTOS, J. N.; GEBARA, M. J. F. O pluralismo metodológico: uma prática no ensino de ciências. **Colloquium Humanarum**, São Paulo, v. 9, n. esp., jul-dez, 2012.

SANTOS, V. S. Ciclo do nitrogênio. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/ciclo-nitrogenio.htm>. Acesso em: 15 fev. 2021.

SENA, G. J. *et al.* Ações para a promoção de educação em energia visando despertar o interesse dos alunos para as ciências da natureza e suas tecnologias. In: LAURENCE DUARTE COLVARA; JOSÉ BRÁS BARRETO DE OLIVEIRA. (org.). **Núcleos de Ensino da UNESP**: artigos 2015. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016, v. 2, p. 214-227.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDÓVA, F. P. A pesquisa científica. *In*: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. v. 1, p. 118.

SILVA, D.C.M. **O para-raios**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/o-pararaio.htm>. Acesso em: 15 fev. 2021.

SILVA, T.O. **Principais riscos da geração de energia nuclear para o meio ambiente**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/principais-riscos-geracao-energia-nuclear-para-meio-ambiente.htm>. Acesso em: 15 fev. 2021.

SOUSA, R. **Energia solar**. Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/energia-solar.htm>. Acesso em: 15 fev. 2021.

STRIEDER, R. **Abordagem CTS e ensino médio**: espaços de articulação. Tese (Mestrado em Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2008.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectivas. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2012.

SHORTLAND, M. No business like show business. **Nature**, v. 328, p. 213-214, 1987.

TAYLOR, C. A. **The art and science of lecture demonstration**. Bristol: Adam Hilger, 1988. 181p.

TOLEDO, K. **Alteração nos ciclos de carbono e nitrogênio preocupa pesquisadores**. Agência FAPESP, jun. 2014. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/alteracao-nos-ciclos-de-carbono-e-nitrogenio-preocupa-pesquisadores/19337/>. Acesso em: 12 mar. 2021.

TOMASI, C.; MEDEIROS, J. B. **Comunicação científica**: normas técnicas para redação científica. São Paulo: Atlas, 2008.

UHMANN, R. I. M.; ZANON, L.B. Diversificação de estratégias de ensino de ciências na reconstrução dialógica da ação/reflexão docente. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 03, p. 163-179, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epc/a/DPPxbNzKMBXfXhfvZWDJV5Q/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.