

“QUEM PAGA O GATO?”: ENSINO DA ELETRICIDADE COM ENFOQUE CTS PARA PROMOVER A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Electricity teaching based on STS to promote Scientific Literacy

Rodrigo Torquato da Silva Junior [torquatofis@gmail.com]

Deise Miranda Vianna [deisemv@if.ufrj.br]

Instituto de Física – UFRJ

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Instituto de Física

Av. Athos da Silveira Ramos, 149 – Centro de Tecnologia – bloco A – Cidade Universitária – Rio de Janeiro – RJ – Brasil 21941-909

Roberto Barreto de Moraes [rbarmoraes@gmail.com]

Fundação Oswaldo Cruz

Instituto Oswaldo Cruz

Av. Brasil, 4365. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Recebido em: 08/09/2023

Aceito em: 25/11/2023

Resumo

Este trabalho foi aplicado em uma escola pública localizada na cidade do Rio de Janeiro, Brasil, que atende alunos de Ensino Médio oriundos de comunidades de baixa renda próximas à escola, com o intuito de tornar as aulas mais interessantes, reativar o laboratório de ciências e ter maior engajamento dos estudantes. Foram elaboradas atividades que priorizam a ação do estudante na construção de circuitos elétricos de maneira prática, leitura e discussão de textos e na elaboração de estratégias para solução de problemas através de debates. Um dos problemas sociais vivenciados nessas comunidades é o furto de energia elétrica (popularmente conhecido como “gato elétrico”), que além de ser um crime previsto no Código Penal, possui diversas dimensões que afetam a vida dos estudantes nas esferas da saúde, da economia e das condições de qualidade de vida. Foram propostas atividades para incentivar o debate relacionando a Física presente nos “gatos elétricos” e suas consequências. As atividades e a culminância foram planejadas com o enfoque CTS ao relacionar os temas da ciência, tecnologia e sociedade na discussão de um tema pertinente ao contexto social dos alunos, favorecendo a construção de ferramentas argumentativas que auxiliem nas suas futuras tomadas de decisão.

Palavras-chave: Circuitos elétricos; Ensino de Física; CTS; Alfabetização Científica; Furto de energia elétrica.

Abstract

This work was applied in a public school located in Rio de Janeiro, Brazil, that receives high school students from low-income communities nearby, with the intention to make the classes more interesting, reactivate the school laboratory and increase the engagement of the students. Activities prioritizing the action of the students were elaborated concerning the construction of electric circuits, reading and discussion of texts and the elaboration of strategies for solutions to problems through debates. One of these communities' social problems is the electric energy robbery, which is a crime and has many dimensions that affect the population's life, health and economy. Activities were proposed to engage the students on the debate of those electric robberies and the consequences of those actions. Those activities reactivated the school laboratory and the students participated actively during the classes. All the activities and its culmination were planned based on STS approach, relating the physics content with situations that impact the students' daily life, allowing the elaboration of argumentative tools that will help them in decision-makings.

Keywords: Electric circuits; Physics teaching; STS; Scientific literacy; Electric energy robbery.

INTRODUÇÃO

O conteúdo de Eletricidade ensinado nas escolas de Ensino Médio permite o uso de diversos recursos didáticos uma vez que o tema envolve conceitos que estão presentes no cotidiano de um cidadão comum. Nesse sentido, atividades práticas que relacionam o conteúdo a ser estudado em sala de aula com o que os alunos percebem no seu dia a dia são estratégias que podem ser adotadas com o objetivo de tornar as aulas mais interessantes e desenvolver habilidades que promovam a formação de um cidadão participativo e consciente em tomadas de decisões acerca de assuntos sócio-científicos.

A formação do estudante para uma participação ativa em processos decisórios individuais ou coletivos passa pela compreensão do mundo cada vez mais tecnológico que vivemos. A escola precisa se posicionar no caminho que conecta o conhecimento científico à compreensão deste mundo. Desta forma, no ensino de temas de Física como Eletricidade é essencial não só o uso de recursos didáticos diferentes (como experimentos), mas também a busca por temas que façam a associação desses conteúdos com a vida do estudante.

A literatura está repleta de materiais sobre ensino de eletricidade através de atividades experimentais. A pergunta que fazemos é: que tipo de atividades experimentais podem contribuir para a formação de um estudante participativo e capaz de tomar decisões de maneira consciente sobre os assuntos sócio-científicos? O laboratório de Física tradicional comumente encontrado nas escolas faz uso da ideia de que o trabalho do cientista tem um roteiro definido pelo “método científico”. Este tipo de atividade normalmente se resume a seguir um roteiro pré-definido em que o aluno já sabe qual resultado deve obter. Basta seguir o roteiro para realizar a atividade e produzir os resultados esperados. Nessas atividades o papel do aluno é seguir orientações e aprender algumas práticas laboratoriais como o uso de aparelhos, construção de gráficos e o desenvolvimento de relatórios. Pouco é feito pelo estudante.

Como alternativa para as práticas experimentais tradicionais, as atividades investigativas possuem outros objetivos. Em uma atividade investigativa, o aluno atua de maneira mais participativa da atividade experimental. Dependendo do nível de investigação proposto na atividade, o aluno vai propor a coleta de dados, a experimentação e em alguns casos vai propor até o problema. Nessas atividades o aluno é incentivado a debater e argumentar, desenvolvendo habilidades de comunicação e aprendendo a retornar ao problema diversas vezes buscando novas formas de compreensão para uma mesma situação. Na perspectiva das atividades investigativas o aluno se desenvolve como um investigador e participa mais ativamente do processo de ensino-aprendizagem.

Para trabalhar nessa perspectiva com o conteúdo de Eletricidade, foram elencadas situações que conectam o tema com o cotidiano do aluno para servir de base para as investigações. Olhar para as etiquetas e manuais de aparelhos eletrônicos das casas dos alunos deixa claro que algumas unidades de medidas elétricas estão presentes no seu vocabulário, tais como watts, quilowatt-hora, amperes e volts. Além disso, algumas situações do cotidiano do aluno mostram que a compreensão de conceitos como corrente elétrica, efeito Joule e associação de resistores é necessária para conhecer melhor alguns fenômenos que envolvem até mesmo a sua segurança, como os incêndios em postes de energia e a falta de energia elétrica recorrente no verão.

Em busca de contextualizar o assunto e trazer as vivências dos estudantes para dentro da sala de aula, voltamos nosso olhar para a escola e sua vizinhança. No Rio de Janeiro existem escolas remanescentes de um projeto educacional da década de 1980 concebido por Darcy Ribeiro, quando

Secretário Estadual de Educação, que deu origem aos Centros Integrados de Educação Pública (CIEPs)

“Os CIEPs representaram mais uma tentativa, para além das questões ideológicas e partidárias, de continuidade da agenda de Fernando de Azevedo e demais “pioneiros” da educação, isto é, consolidar uma escola pública de qualidade para as camadas populares.” (MOREIRA, 2019)

Algumas escolas estaduais funcionam até hoje dentro da estrutura física dos CIEPs e contam com espaços para laboratório de ciências, biblioteca e quadra esportiva. O conceito de uma escola integral que abrange questões pedagógicas, saúde e lazer é remanescente na estrutura do CIEP e encontra ressonância com o trabalho proposto e descrito neste artigo. No entanto, mesmo com o espaço físico ocupado por um laboratório, nota-se que existe pouco uso desses ambientes pelos professores na escola. Para tentar reativar o uso desse importante espaço, elaboramos aulas com práticas investigativas acerca do tema da eletricidade, que possui forte relação com a vida dos alunos, uma vez que a escola está situada na Favela da Rocinha, uma das maiores da América Latina, e que apresenta diversas questões socioeconômicas.

Um grande problema social vivenciado na comunidade em questão é o furto de energia elétrica, também conhecido popularmente como “gato elétrico”, um crime previsto em Código Penal, e que apesar de ser de conhecimento público que tal prática seja uma atividade comum, é preciso olhar com atenção para as outras dimensões que envolvem o assunto. É importante ressaltar que neste trabalho não endossamos a prática do furto de energia elétrica, entendemos não ser o nosso papel fazer juízo de valor sobre quem pratica tal ato e que compreendemos que um crime deve ser tratado com o rigor da lei. Mesmo assim, nos propomos tanto a discutir com nossos alunos a Física existente por trás dos “gatos” quanto uma investigação sobre os riscos à saúde, à integridade física daqueles que estão expostos aos riscos de acidentes elétricos, aos debates e embates econômicos e sociais provenientes de uma sociedade governada por políticas públicas marcadas pela desigualdade social e pelo abandono e descaso com uma parcela da sociedade. Trazer esta discussão para dentro da escola é essencial pois além de engajar os estudantes e integrar o conteúdo de Física ao contexto social, essas atividades oferecem ferramentas para construção de argumentos e para tomadas de decisão dos alunos em questões fora da escola, que possuem forte impacto em suas vidas.

CULTURA CIENTÍFICA ESCOLAR

Ao entrar em uma escola no Brasil, provavelmente encontraremos um ambiente bem parecido onde quer que esteja localizada. Um quadro, uma mesa para o professor na frente da sala, carteiras enfileiradas viradas para o quadro e giz ou marcador de quadro branco, que é o recurso tecnológico disponível para realização das atividades. Qualquer que seja a disciplina ministrada, a sala de aula possui a mesma estrutura física:

“(…) as salas de aula escolares não representam espaço físico com preocupação voltada ao desenvolvimento de práticas próprias de uma área de conhecimento, mas sim ao desenvolvimento de práticas didáticas e pedagógicas que podem não corresponder, de modo adequado, ao que se espera do ensino de um campo de conhecimento.” (SASSERON, 2015, p.53)

A escola possui uma cultura escolar que, independentemente da disciplina, molda o comportamento do professor e do aluno em sala de aula. Tradicionalmente encontramos o professor de pé em frente ao quadro em um monólogo expositivo ditando conteúdos e os alunos sentados com um caderno e uma caneta copiando o que o professor diz. Qualquer que seja a disciplina ou o conteúdo, este é o modo tradicional, conhecido como “educação bancária”, descrito por Freire (1974)

em alusão ao fato de que o professor deposita conhecimentos nas cabeças dos alunos. Não é possível formar um cidadão crítico e autônomo com este método. Para que o processo de ensino-aprendizagem seja eficiente é preciso que o aluno construa seu conhecimento confrontando aquilo que já se sabe com o que é novo. Uma nova cultura precisa ser construída em sala de aula.

No que diz respeito ao ensino de Ciências, muitos professores e estudantes afirmam que atividades experimentais são essenciais. No entanto, transportar todo o cotidiano do cientista para a sala de aula não seria a solução para o problema:

“Não se trata, pois, de pautar como objetivo a formação de cientistas; assim como não deve ser almejada a formação de estudantes que saibam usar os conhecimentos aprendidos tão somente em práticas circunscritas no âmbito escolar.” (SASSERON, 2015, p.65)

O cotidiano do cientista vai muito além das tarefas experimentais. Um cientista investiga problemas a serem resolvidos, busca por métodos e soluções, debate sobre os resultados, sobre as falhas e está constantemente argumentando sobre seus resultados e métodos. Alguns professores tendem a resumir a cultura científica em realizar experimentos em sala de aula.

Existe uma concepção de que o conhecimento científico é construído através da aplicação do método científico aos problemas que “magicamente” surgiriam na mente do cientista. Desta forma, estrutura-se o que ficou conhecido como atividade experimental tradicional em que um problema é apresentado pelo professor e através de um roteiro, fica definido qual o método para a obtenção de dados, para a análise destes dados e qual o resultado esperado para o experimento. Neste tipo de atividade o engajamento do aluno é mínimo e boa parte do cotidiano do cientista é ignorado. Nas atividades tradicionais a argumentação não é trabalhada, não existe busca de soluções, não existe debate sobre os erros ou sobre os diferentes métodos possíveis para a solução do problema. É preciso levar para a sala de aula outras dimensões do “fazer Ciência” para que seja construída uma cultura científica escolar.

Numa sala de aula em que são privilegiados o diálogo e a reflexão dos alunos sobre os assuntos científicos é possível pensar na formação de um cidadão crítico e capaz de tomar decisões de maneira autônoma. De acordo com Sasseron (2015): “Alfabetização Científica, ao fim, revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento”. Para alcançar a Alfabetização Científica é preciso pensar não só na estrutura da sala de aula, mas também no currículo e na preparação das aulas.

Nesse contexto, uma sequência de ensino investigativa (SEI) é planejada para que o estudante participe do processo de ensino-aprendizagem de maneira ativa:

“(...) a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. (...) Uma atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois, nesse momento, eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social” (CARVALHO, 2020)

O diálogo daquilo visto em sala de aula com as situações que se mostrem importantes na vida do estudante é um poderoso motivador para as investigações e para a SEI a ser desenvolvida ter sucesso. O encontro do conhecimento científico com a realidade vivida na sociedade promove um ambiente mais propício para o desenvolvimento das atividades na escola.

A escolha do tema a ser discutido passa por uma investigação sobre o cotidiano dos estudantes. Desde a década de 1970, com os impactos de questões socio-científicas no cotidiano do cidadão, discute-se o papel do ensino de ciências conectado com os problemas socio-científicos da sociedade,

em contraposição ao ensino tradicional focado na formação de cientistas. Sobre o ensino com enfoque CTS, Luján López e López Cerezo (1996):

“Assim pode-se caracterizar a proposta curricular de CTS como correspondendo a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos” (apud SANTOS, 2006)

O desenvolvimento do projeto aplicado neste trabalho teve como um de seus objetivos dialogar com os conteúdos do ensino de eletricidade (corrente elétrica, efeito Joule e associação de resistores) com o problema das instalações irregulares presentes nas comunidades do Rio de Janeiro que possuem diversas dimensões que afetam a vida do estudante. O debate sobre as questões legais que envolvem o furto de energia elétrica passa por questões sociais, ambientais e econômicas. Diálogos como esse favorecem a construção de ferramentas argumentativas para que os alunos possam atuar de forma crítica no seu cotidiano sendo capaz de tomar decisões de maneira consciente acerca de um tema complexo que afeta o seu dia a dia e que possui uma forte conexão com a ciência e com os conteúdos escolares.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Para tornar as aulas de Física mais interessantes, uma sequência didática sobre o conteúdo de eletricidade foi planejada com o enfoque CTS relacionando os furtos de energia elétrica (“gatos elétricos”) com o conteúdo de associação de resistores. Os furtos de energia elétrica podem ocorrer em diferentes contextos, no entanto, de maneira simplificada, é possível compreendê-lo como sendo uma ligação em paralelo da rede de uma residência ou aparelho eletrodoméstico na rede de um vizinho ou diretamente na alimentação da rua, antes de passar pelo relógio de registro.

A maioria dos estudantes da escola em que o trabalho foi aplicado são moradores das comunidades da Rocinha, Vidigal e Rio das Pedras no Rio de Janeiro. É parte do cotidiano dos moradores desta região surtos de energia elétrica que levam a incêndios em postes e casas, além de longos períodos de falta de energia elétrica durante o verão. Em parte, estes problemas têm forte relação com os furtos de energia elétrica, popularmente conhecidos como “gatos elétricos”.

Os “gatos elétricos” podem ser feitos alterando o medidor de energia fornecida ou conectando de maneira clandestina parte da (ou toda) rede elétrica de uma residência diretamente nos condutores dos postes de sustentação. Tal prática gera riscos de incêndios, uma vez que a corrente elétrica que atravessa os condutores é maior do que o valor para que são dimensionados. O excesso de corrente pode levar ao superaquecimento dos fios por efeito Joule e causar o derretimento da capa de proteção isolante e gerar curtos-circuitos, o que pode levar a incêndios e picos de energia. Além disso, a prática dos “gatos” gera um risco à vida daqueles que executam as ligações, uma vez que o risco de choque elétrico é elevado.

No entanto, são muitas as razões que podem ser levantadas para tentar compreender a razão pela qual as pessoas são levadas a praticar o furto de energia. O mais imediato é o motivo econômico. As tarifas de energia são elevadas e acaba sendo inviável para algumas famílias arcar com as contas. Sendo a energia elétrica essencial na vida dessas famílias, pois é utilizada para se conservar alimentos, iluminação, além de outras atividades importantes do cotidiano, é compreensível que alguns recorram à esta prática. Na tentativa de trazer esta realidade para sala de aula, produzimos uma sequência didática com 4 aulas de 100 minutos cada uma.

Inicialmente produzimos uma investigação acerca da condutividade elétrica de alguns materiais e discutimos o efeito Joule. Esta atividade foi realizada no laboratório e os alunos participaram de

uma atividade experimental investigando a condutividade elétrica de diferentes materiais com o uso de pilhas, fios e alguns LEDs, conforme podemos observar na Figura 1.

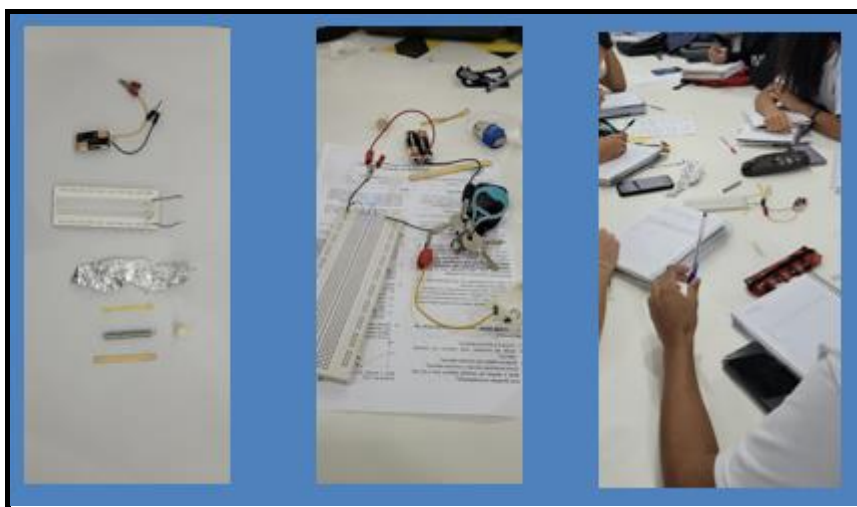


Figura 1 – Estudante realizando no laboratório a atividade experimental proposta

Ao fim da primeira aula, foi proposta uma busca no cotidiano do aluno sobre objetos e etiquetas de equipamentos que utilizem eletricidade. Após ter sido apresentado em sala o conceito de corrente elétrica e efeito Joule, o intuito da investigação em casa seria relacionar as unidades de medida nas etiquetas dos aparelhos com cada grandeza elétrica vista na aula. Assim, os alunos poderiam se familiarizar com o conceito de corrente elétrica, potência e voltagem e identificar em que situações estas grandezas estão presentes em nosso cotidiano. Além disso, os alunos buscaram histórias e relatos sobre surtos de energia ou acidentes associados à eletricidade em seu cotidiano.

Na segunda aula, registramos o material que os alunos trouxeram na forma de fotos e vídeos. Alguns relatos chamaram a atenção da turma. Um dos materiais produzidos pelos alunos foi um vídeo com um compilado de incêndios em postes da comunidade da Rocinha. O vídeo em questão foi publicado em uma rede social e alertava os moradores em relação às consequências dos “gatos elétricos”. Outro vídeo apresentado por uma estudante (E1) revela a visão da janela de sua casa com diversos fios emolados pendurados em um poste de madeira. Um fator que chamou a atenção de todos foi o fato de o poste estar envergado, prestes a cair. No vídeo, a estudante E1 comenta o problema do poste ser feito de madeira e diz que isso pode agravar ainda mais um possível surto de energia que poderia levar a um incêndio.

Estudante E1: “(...) deu até faísca na casa da vizinha aqui. O poste aqui já até pegou fogo aqui, tive que ir ali na praia pegar areia e ficar tacando. Ninguém nunca veio trocar, oh. Que ele é madeira. O tanto de fio. De gato!”

Através da observação dos vídeos, uma discussão ocorreu sobre o motivo do incêndio acontecer. Uma possível explicação para esses incêndios tem relação com o efeito Joule. Um fio de uma rede elétrica doméstica é dimensionado para um valor máximo de corrente elétrica, como evidenciado por fotos que os próprios alunos trouxeram de tomadas com marcações 10A e 20A. Durante o verão, o uso excessivo de ar-condicionado e ventiladores faz com que a rede seja sobrecarregada. A sobrecarga pode produzir um superaquecimento dos fios através do efeito Joule o que pode levar ao derretimento da capa de proteção dos condutores e, conseqüentemente, produzir curto-circuito com faíscas que produzem mais superaquecimento e, ao fazer contato com os postes, produzem incêndios.

Para trazer a questão dos furtos de energia elétrica e suas conseqüências para sala de aula, na terceira aula foi proposto um trabalho sobre a relação do “gato elétrico” com os surtos de energia e

incêndios durante o verão. Um texto¹ escrito por um pesquisador da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) foi apresentado aos estudantes relacionando o dimensionamento dos circuitos com o furto de energia, uma vez que esse problema aumenta a demanda de corrente elétrica nos fios que a transmitem até as casas.

Fora trabalhada a ideia de que um “gato elétrico” é uma associação de resistores em paralelo (indevida) conectada à rede de energia e essa associação aumenta a corrente elétrica total do circuito e causa um superaquecimento nos fios, que pode acarretar em diversos problemas, tais como curtos-circuitos e incêndios. A relação desse problema com o verão ocorre devido ao uso de aparelhos de ar-condicionado, que possuem uma potência alta e uma grande demanda de energia elétrica, o que foi verificado pelos alunos através das fotos das etiquetas dos aparelhos.

A leitura do texto foi polêmica e gerou uma discussão na turma acerca das diversas dimensões do furto de energia elétrica, que acima de tudo é um crime previsto no Código Penal – algo que foi lembrado por alguns estudantes durante a aula. No entanto surgiram diversos argumentos acerca do tema, desde o descaso dos órgãos públicos em relação às comunidades que ficam submetidas aos riscos oriundos dos “gatos” e que não são consultadas para uma solução do problema, até a situação financeira dos habitantes que vivem nas comunidades de baixa renda da cidade do Rio de Janeiro.

A partir desta problematização, foi proposto um debate, que foi a culminância do projeto em sua quarta e última aula, em que a turma foi dividida em grupos para que fossem apresentados os pontos de vista da empresa de energia elétrica e das comunidades em relação ao furto de energia elétrica.

O DEBATE

A proposta do debate realizado entre os alunos surgiu como um espaço para organizar as argumentações durante as aulas anteriores e preencher os discursos com dados e pesquisas. Por ser um tema que afeta a vida dos alunos, é preciso reforçar a ideia que durante um embate científico, os dados são ferramentas valiosas. Deste modo, um grupo de alunos da turma ficou responsável por verificar os dados levados para o debate. Sendo assim, a turma foi dividida em:

Grupo 1 - Dados, Grupo 2 - Defesa, Grupo 3 - Acusação e Grupo 4 - Júri.

O debate teve o nome simbólico “Quem vai pagar o Gato?”, um jogo de palavras com a expressão popular “Quem paga o pato?”.

O debate durou dois tempos de 50 minutos. Inicialmente, o Grupo 3 apresentou os argumentos da companhia da rede elétrica, acusando a população de cometer crime previsto em Código Penal, e que o prejuízo financeiro decorrente desta prática é enorme. Os alunos produziram pequenos cartões com informações pesquisadas por eles e que serviram de suporte para as argumentações. Dentre estas, destacamos:

Estudante E2: “No Brasil a energia furtada chega a 97 milhões [de reais], que é equivalente a 150 GWh ou 8 dias de consumo da capital federal. Na cidade do RJ, mais da metade que é equivalente a 53,8% desse total. (...) Belford Roxo, Duque de Caxias registram o maior índice de perdas de energia com 47%, 41% e 40% respectivamente.” (Texto da estudante não alterado pelos Autores).

¹ <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2014-01/calor-excessivo-aumenta-consumo-e-provoca-queda-de-energia>

Acessado em 31 ago 2023

O Grupo 3 trouxe para o debate os números elevados de quantidade de energia furtada no Rio de Janeiro. É alarmante perceber que a energia furtada chega a 50% da energia distribuída em alguns casos. O Grupo 3 coloca em seu argumento que estes números afetam os valores das tarifas, como podemos verificar no material apresentado pelo estudante E3:

Estudante E3: “Mas como pode afetar a economia? Ocorrendo um furto de energia, a tarifa fica maior, já que a empresa não vai se responsabilizar por um monte de ligações clandestinas, o valor é repassado para os consumidores regulares, aqueles que pagam a conta corretamente, fazendo assim eles pagarem um valor cada vez mais alto.” (Texto da estudante não alterado pelos Autores).

O Grupo 3 levantou números de outras localidades do Brasil e alertou para os riscos à saúde das pessoas. Muitas das instalações irregulares são realizadas por pessoas que não possuem as condições técnicas para realizar as operações nas redes de energia elétrica, e isso pode gerar riscos à integridade física das pessoas envolvidas.

Estudante E3: “Um levantamento realizado pela CPFL paulista considerou 31 localidades do departamento regional da companhia. O volume de energia recuperada em todos os municípios inspecionados seria o bastante para abastecer cerca de 60 mil residências pelo período de 1 ano, o que equivale a 129 GWh. Além desses fatos apresentados, as ligações clandestinas (gatos) colocam em risco a vida dos moradores, comércios e residências. A CPFL ainda ressalta que a rede de energia segue padrões e normas de segurança para a instalação e manutenção, incluindo as novas ligações de energia. Por isso somente técnicos da distribuidora podem atuar na rede” (Texto da estudante não alterado pelos Autores).

Após a fala da acusação, o grupo da defesa (Grupo 2) apresentou os argumentos que demonstram o ponto de vista da comunidade. Os argumentos levam em consideração a questão econômica, pois de acordo com as pesquisas dos alunos, a tarifa de energia resulta em uma conta de energia incompatível com o salário mínimo da população que mora nas regiões de comunidade.

O estudante E4, do Grupo 2 argumentou sobre a incompatibilidade das taxas de energia elétrica com o salário mínimo da época:

Estudante E4: “Hoje em dia nas comunidades, temos preocupações em pagar nossas dívidas, pelo aumento dos alimentos, conta de água, valor do aluguel e pelo grande aumento de desemprego no País. O salário-mínimo está por volta de R\$1.212,00. Esse custo numa família para 3 pessoas na qual apenas um integrante trabalha, em até outros casos nenhuma pessoa desta mesma casa trabalha, por falta de emprego! Vive de uma renda de 600 reais por mês do governo, um ‘benefício’ que na maioria das vezes não é suficiente para pagar as contas de casa, uma renda de 4.600 reais sendo de um benefício que não é o suficiente para poder comprar uma cesta básica, muitas vivem na extrema pobreza, e na comunidade é mais fácil fugir de tanta conta como conta de luz e de água, tendo que escolher se come ou pagar certos boletos.” (Texto da estudante não alterado pelos Autores).

O Grupo 2 trouxe uma conta de energia elétrica real de um dos estudantes para comprovar a argumentação do valor das tarifas e indica que o Brasil possui altos níveis de pobreza e que este fato pode tornar inviável as condições de existência da população. O estudante E5 faz a leitura de um trecho de seu trabalho escrito:

Estudante E5: “O Brasil é um país com altos níveis de pobreza, o que afeta diretamente como se dá o consumo de energia da população mais pobre. Um exemplo dessa desigualdade pode ser encontrado a pouco mais de 13 km da capital do Rio de Janeiro, no Bairro de Jardim Gramacho, em Duque de Caxias, que tem o 7º melhor PIB per capita da região metropolitana. Ali está a favela Quatro Rodas, que fica no entorno do antigo aterro sanitário. Cerca de 70 famílias vivem na comunidade e sobrevivem da reciclagem. Por lá, não existe infraestrutura para receber serviços de energia, já que a

ampla maioria das casas é feita de madeira e sequer tem fiação regular”. (Texto da estudante não alterado pelos Autores).

A estudante E6 apresenta seu relato sobre as condições enfrentadas na comunidade e a relação de responsabilidade das autoridades:

Estudante E6: “Recentemente na comunidade da Rocinha, eu como moradora, relato um incêndio e explosão de um transformador quando eu saía de um restaurante, onde um poste próximo foi afetado por não suportar tanta a força da energia. A Rocinha é um ótimo exemplo do esquecimento dessas áreas, hoje o que tem de ‘correto’ se encontra apenas na estrada da Gávea, principal rua da comunidade, enquanto nos becos e vielas tem postes de madeira. Então para cobrar uma taxa ou imposto devido é preciso ter melhorias em todo o sistema.” (Texto da estudante não alterado pelos Autores).

O Grupo 2 trouxe fotos de registros de incêndios e situações de surtos tiradas pelos estudantes durante o período de pesquisa para o trabalho. Os registros apresentados a Figura 2 apresentam o envolvimento dos alunos com o trabalho e o engajamento na investigação do problema.

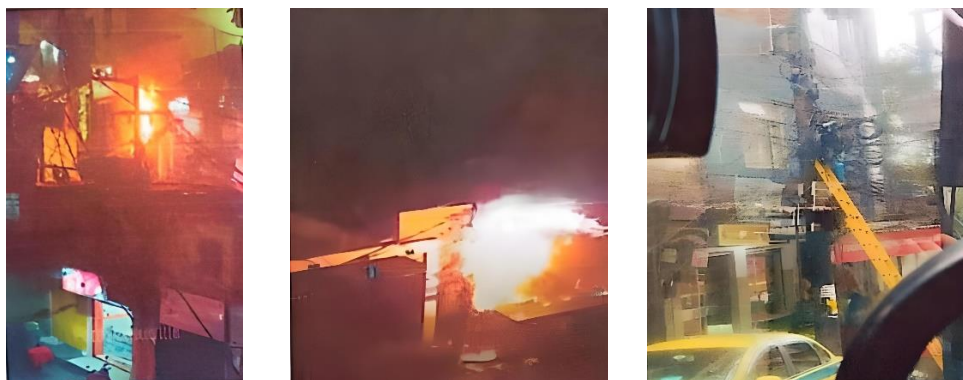


Figura 2 - registros dos alunos sobre os surtos de energia

Além dos registros fotográficos, a estudante E6 apresentou duas fontes com notícias sobre o abandono do poder público.

Estudante E6: “(...) deixo duas fontes de reportagens da falta de responsabilidade das empresas de energia, saúde e segurança pública.”

Poste da Light amarrado há 8 anos em árvore ameaça tombar na Rocinha²

Bombeiros foram acionados 48 vezes para combater incêndios na Rocinha em 2021³

Após a apresentação da defesa, cada grupo ficou responsável por fazer uma breve apresentação sobre alguns temas, sendo eles: funcionamento de um disjuntor, a física de um transformador e o cálculo da conta de energia elétrica. Estas apresentações foram necessárias para que os alunos fizessem a relação destes temas com o furto de energia discutido no debate.

A atividade foi encerrada com o veredito do grupo do Júri (Grupo 4), que após analisar os fatos e se reunir com o grupo dos Dados (Grupo 1), deu sua posição. O Júri foi responsável por apresentar

² <https://falaroca.com/poste-amarrado-arvore-rocinha/>
Acessado em 31 ago 2023

³ <https://falaroca.com/bombeiros-incendios-rocinha/>
Acessado em 31 ago 2023

os principais pontos argumentados por cada grupo e justificar sua decisão baseada nos dados confirmados pelo grupo dos Dados.

Ao longo da atividade, a partir dos produtos apresentados pelos alunos, ficou evidente o engajamento dos estudantes. O assunto tem profunda relação com a vida dos estudantes que demonstraram inquietação e incômodo com o tema. A prática do “gato elétrico”, apesar de ser difundida nas comunidades, trouxe consigo um peso enorme por ser um crime. Não foi incomum encontrar na fala dos estudantes, um tom de defesa. O material que os alunos trouxeram buscava minimizar e dividir a responsabilidade da prática do furto de energia elétrica, uma vez que se argumentou que os órgãos públicos têm a responsabilidade de pensar na distribuição de energia como um direito universal, que garante a sobrevivência de uma população que já se encontra vulnerável nas comunidades periféricas. Levantar o assunto e discutir com argumentos e dados sólidos, permite com que os alunos tenham outro olhar sobre o furto de energia elétrica.

No entanto, foi surpreendente perceber a visão que os alunos apresentaram sobre o ponto de vista da empresa de distribuição de energia e do Governo. Os alunos demonstraram ter consciência que a prática do furto de energia elétrica é um crime e que além disso, gera riscos à vida dos próprios moradores, além de prejuízos e aumento do valor das tarifas e que, em algumas situações, leva até ao uso excessivo de energia, provocando desperdícios desnecessários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em nosso trabalho buscamos uma alternativa para as aulas sobre circuitos elétricos que normalmente envolvem apenas o uso de *kits* de circuitos e pequenas lâmpadas. Ao buscar contextualizar o conteúdo investigando um problema social conectado com a realidade dos alunos, pudemos gerar engajamento e construir ferramentas argumentativas para as suas tomada de decisão quando o assunto for o furto de energia elétrica. A resolução de problemas e práticas experimentais na perspectiva das atividades investigativas transformam a cultura da sala de aula em que o aluno é um coadjuvante no processo de ensino-aprendizagem e o coloca como protagonista neste processo.

O tema do furto de energia elétrica foi escolhido para nortear as ações em sala de aula previamente, mas foi introduzido aos alunos naturalmente. As investigações propostas para a casa e o texto selecionado para instigar a discussão foi pensado com o intuito de produzir o desejo em debater o tema. Os alunos escolheram construir o debate, não foram obrigados a realiza-lo, e este detalhe fez toda diferença no engajamento deles.

A culminância do que foi construído em sala de aula e se apresentou na forma de um debate, permitiu que os alunos discutissem as diversas problemáticas das instalações irregulares, desde sua dimensão legal (furto de energia elétrica previsto na legislação) até propostas de soluções com energias renováveis. Durante o debate, os alunos puderam apresentar o resultado de suas pesquisas sobre o tema e defender posições em relação a esse tema polêmico e importante que possui dimensões social, econômica e científica.

Além de debater, os grupos tiveram que relacionar os conteúdos estudados em sala de aula (associação de resistores, consumo de energia elétrica, corrente elétrica e efeito Joule) com o tema discutido. Nessa atividade, o laboratório de ciências da escola foi colocado em uso e pudemos perceber que as atividades promoveram enorme engajamento das turmas. A culminância e as atividades foram planejadas com o enfoque CTS ao relacionar ciência, tecnologia e sociedade na discussão de um tema pertinente ao contexto social dos estudantes. Foi possível perceber que ao longo do período os estudantes fizeram relação do conteúdo ministrado em sala de aula com situações

presentes em seu cotidiano, aproximando a escola e os conteúdos da realidade do aluno e produzindo uma participação mais ativa dos estudantes.

Por fim, conseguimos atingir o objetivo inicial em nossa proposta ao reativar o laboratório de ciências e, durante o período que fizemos uso do laboratório produzimos investigações sobre eletricidade no cotidiano do aluno e propusemos uma reflexão crítica acerca dos impactos desse conhecimento no dia a dia do estudante ao debater sobre as diversas dimensões associadas com os problemas sociais levantados através da pesquisa sobre o furto de energia elétrica na cidade do Rio de Janeiro. Nosso projeto mostra que alguns conteúdos do currículo de Física podem ser trabalhados de forma alternativa à tradicional e atribuir ao estudante o papel de protagonista de seu aprendizado na busca de soluções para problemas de seu cotidiano e na reflexão sobre questões sócio-científicas de seu entorno podendo construir ferramentas sólidas que o auxiliarão futuramente.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.) Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula. Editora: Cengage Learning, 2020. p.1-20.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. São Paulo: Paz e Terra, 1974.

MOREIRA, L. S. A educação do corpo no programa dos Centros Integrados de Educação Pública – CIEPs: um projeto educacional escrito pela modernidade^{1,2}. Pro-Posições, Volume: 30, 2019.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, v. 9, n. 17, p. 49-62. 2012.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), Volume: 17, 2015.