

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE ELETRODINÂMICA

Fernanda Batista da Silva¹, Luciano Denardin²

Resumo

Este trabalho tem como objetivo propor uma Sequência de Ensino Investigativa sobre Eletrodinâmica, com vistas a promover a alfabetização científica em estudantes do Ensino Médio. As atividades foram elaboradas a partir dos elementos do Ensino por Investigação proposto por Carvalho (2013) e nos eixos estruturantes e indicadores de alfabetização científica apresentados por Sasseron (2008). Foram elaboradas 24 atividades sobre os tópicos: aparelhos elétricos, energia elétrica, plugues e tomadas, entre outros assuntos. As atividades foram divididas em três blocos, contemplando todos os eixos estruturantes da alfabetização científica propostos por Sasseron (2008). Em conclusão, são inúmeras as possibilidades de trabalhar com o ensino por investigação, desde que o estudante seja protagonista do aprendizado e construa conhecimento científico a partir da reflexão e argumentação feitas com base nos dados e evidências obtidos ao investigar uma situação-problema.

Palavras-chave: Ensino Por Investigação, Alfabetização Científica, Sequência de Ensino Investigativa

Recebido em: 03/10/2022; Aceito em: 22/04/2023

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v6i1.13872>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0> ISSN: 2595-7376

ISSN: 2595-7376

¹ Licenciada em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: fernanda.batista@ufrgs.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1576-1967>

² Doutor em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Professor e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. E-mail: Luciano.denardin@puccrs.br. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8839-2229>.

INTRODUÇÃO

O ensino expositivo surgiu no século XIX com o intuito de fortalecer uma sociedade democrática, baseada na concepção da educação como direito de todos e dever do Estado (LEÃO, 1999). Nesse tipo de ensino, a abordagem é expositiva e se baseia na “transmissão” dos conteúdos a serem assimilados pelos discentes, pois há a concepção de que um cidadão se torna escolarizado e crítico na medida em que acumula informações. Contudo, esta perspectiva de ensino não abre espaço para uma atuação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem, pois eles devem apenas ouvir passivamente o professor. Idealizar um sistema educacional tão amplo abriu espaço para implementação de um método de ensino único, que rejeita as múltiplas inteligências dos estudantes e os padroniza (SAVIANI, 1991). Sobre isto, Mizukami (1986, p. 11) afirma que “atribui-se ao sujeito um papel irrelevante na elaboração e aquisição do conhecimento. Ao indivíduo que está ‘adquirindo’ conhecimento compete memorizar definições, enunciados de leis, sínteses e resumos que lhe são oferecidos no processo de educação formal [...]”.

Ao longo das décadas foram propostas novas teorias da educação como alternativas para um ensino que fosse capaz de fomentar o protagonismo do aluno, ao invés do professor. Tendo isso em vista, o desafio atual dos educadores é selecionar as informações relevantes para a formação dos estudantes e utilizar estratégias que contribuam para os processos de ensino e de aprendizagem. Cria-se então uma necessidade de direcionar o foco não mais para a memorização, mas sim para a promoção de um sujeito crítico, que possa aprender a aprender e utilizar as informações disponíveis para a resolução de problemas.

Nesse contexto, surge o Ensino por Investigação que promove maior apropriação do conteúdo estudado, pois ressalta o foco no aluno ao

incentivá-lo a investigar um problema, elaborar hipóteses e construir conclusões embasadas cientificamente, desenvolvendo assim autonomia e capacidade de análise e resolução de problemas (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017). Conforme Carvalho (2013), propor um problema a ser investigado é o que diferencia o ensino expositivo do ensino investigativo, uma vez que no ensino dito tradicional, a figura central é o professor: é ele quem faz o raciocínio e chega às conclusões. Já no ensino investigativo o professor atua como mediador e um problema proposto é utilizado como meio para a construção do conhecimento. A partir das ideias dos estudantes, o professor contribui para a reorganização mental dos conceitos trabalhados, de maneira que novas informações são apresentadas e conhecimentos anteriores revisitados.

Ademais, com um mundo cada vez mais tecnológico e dependente da ciência, ter conhecimento de como ela se desenvolve é fundamental para que os cidadãos possam opinar e contribuir com tomadas de decisões que lancem mão do senso comum e sejam fundamentadas no conhecimento científico, ou seja, é necessário que se seja cientificamente alfabetizado. A alfabetização científica, segundo Sasserón (2015), tem por objetivo aproximar o estudante dos saberes da ciência e suas relações e condicionantes que afetam a construção do conhecimento científico nos âmbitos cultural e histórico. Neste sentido, é importante que o aluno não só seja capaz de entender os conceitos básicos da ciência, mas também de relacionar temas da ciência com a tecnologia, sociedade e meio ambiente, podendo entender seu impacto nessas esferas (SASSERON, 2015). Tendo isso em vista, este trabalho tem por objetivo propor uma Sequência de Ensino Investigativa sobre eletrodinâmica que contribua para a alfabetização científica.

REFERENCIAL TEÓRICO

O Ensino por Investigação

O ensino por investigação é uma abordagem didática no ensino de ciências, pois busca aproximar a cultura científica - pautada em observação de fenômenos, análise de fatos e levantamento de hipóteses - da cultura escolar (SASSERON, 2015). Sobre o ensino por investigação, Carvalho (2011, p. 253) preconiza que:

O ensino de Ciências precisa ser planejado para ir além do trabalho com conceitos e ideias científicas: é preciso que a escola ofereça condições para que a cultura da ciência seja conhecida pelos estudantes. É necessário introduzir os alunos no universo das Ciências. [...] Ao ensinarmos Ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação.

Segundo Brown et al. (1989), no ensino expositivo os estudantes aprendem conceitos de forma abstrata e pouco prática, o que faz com que haja um distanciamento do que se aprende na escola e do que o aluno vivencia em sua vida cotidiana. Por outro lado, aprender por meio de atividades investigativas implica na construção de conhecimento a partir de situações-problema (SASSERON, 2012), diminuindo assim a abstração dos conceitos apresentados. Esse tipo de abordagem resulta na compreensão mais profunda dos conceitos científicos, pois se dá a partir da extração e interpretação de informações do problema, estabelecimento de hipóteses e testes, além de explicações e previsões sobre eles. No entanto, Carvalho (2013) salienta que a atividade investigativa não deve ser apenas uma manipulação de dados, mas sim uma atividade que leve o aluno a refletir, discutir e explicar os fenômenos estudados.

Sasseron e Machado (2017) também explicam que, em uma

abordagem investigativa, o aluno deve atuar como protagonista e ser incentivado a participar do problema, buscando justificar cientificamente suas conclusões. O ensino por investigação oportuniza que os alunos tenham contato com a cultura da investigação (SOUZA, 2015), tornando-se capazes de resolver problemas que apareçam em seu dia a dia. Também promove o entendimento da ciência como uma construção humana na qual há crises e desafios, criando assim um interesse maior pela ciência, na medida em que os alunos rompem com o pensamento de que para ser cientista é preciso ser gênio (MONTANINI *et al.*, 2018). Além disso, Pozo e Pérez Echeverría (1994) argumentam que ao buscar soluções para os problemas, o aluno desenvolve a capacidade de formular novas maneiras para lidar com diferentes situações.

O ensino por investigação não segue um método único, podendo apresentar diversas estratégias de aplicação, inclusive não é necessário que todas as características citadas acima estejam presentes em uma única atividade. O mais importante é que o estudante seja protagonista do aprendizado e que as atividades ofereçam oportunidades para que eles possam tirar conclusões sobre os fenômenos estudados a partir de uma investigação. Carvalho (2013) frisa, ainda, que o objetivo do ensino por investigação não implica em fazer com que os estudantes se comportem como cientistas, já que eles ainda não têm idade nem conhecimento suficientes para agirem desta forma, mas sim oportunizar a construção de um entendimento mais profundo sobre os fenômenos da natureza.

Maués e Lima (2006) esclarecem que no ensino por investigação os alunos são inseridos em investigações nas quais irão buscar resolver um problema proposto a partir da elaboração e teste de hipóteses, análise de evidências e explicação dos resultados, promovendo significados e conhecimentos novos sobre o assunto estudado. Carvalho (2013) elucida que os problemas propostos pelo professor devem incentivar os estudantes

a justificar seu raciocínio por meio das palavras: “se/então/ portanto”, contribuindo assim para o aumento da alfabetização científica por meio de um ambiente investigativo.

O elemento principal de uma investigação é a existência de um problema a ser resolvido, algo que se quer conhecer. Portanto, o professor deve formular problemas que sejam interessantes e motivem os alunos, além de, de alguma forma, fazer parte do cotidiano deles, para que possam também explorar seus conhecimentos prévios e debatê-los com os colegas de classe. Nessa perspectiva, é de suma importância que haja discussão entre os alunos sobre as situações problemas. Cleophas (2016) aponta que a vantagem de se trabalhar com o ensino por investigação é que ele promove a interação social entre os discentes, fazendo com que eles discutam entre si e apresentem argumentações coletivas para a resolução do problema, havendo a socialização de informações e sistematização do conhecimento.

Sasseron (2012) esclarece que após a elaboração do problema começa a etapa de resolução pelos alunos. No entanto, a autora preconiza que a resolução do problema não é garantia da compreensão do fenômeno envolvido. Sendo assim, é preciso que o professor, como mediador, oportunize que o aluno reconstrua mentalmente os passos que o levou à resolução do problema, passando da ação manipulativa para a ação intelectual. A autora nomeia esta etapa como “a tomada de consciência”, em que o aluno é levado a responder perguntas referentes a como ele chegou na resolução, o que ele fez para tal, como ele testou suas hipóteses, entre outras.

Em seguida e preferencialmente de forma coletiva, o professor deve estimular os alunos a explicarem o fenômeno, perguntando: “por que obtivemos estes dados?”, “Por que isto acontece?”, levando o estudante à construção de explicações, que configura-se como:

[...] um processo que ocorre pela análise dos resultados obtidos, buscando relacionar as variáveis relevantes para o problema e procurando identificar se estas relações são válidas apenas naquele contexto específico ou se podem se transpostas para outras situações, tornando-as mais abrangentes e, por vezes, generalizáveis. (SASSERON, 2012 p. 141)

Sequência de Ensino por Investigação - SEI

Uma das formas para se estruturar atividades investigativas é por meio de Sequências de Ensino por Investigação (SEI) que, conforme Carvalho (2013), consiste em um conjunto de atividades sobre um tema a ser ensinado, iniciando com um problema em que os alunos irão investigar, e finalizando com a sistematização do conteúdo. Pode-se também aplicar uma atividade avaliativa para concluir a SEI ou avaliar os alunos durante cada atividade. O objetivo, ao planejar uma SEI, segundo a autora, é fazer com que os estudantes, a partir de suas concepções prévias, construam novos conhecimentos e, por meio das suas ideias e discussões em grupo, entendam os conhecimentos já sistematizados pela ciência.

Carvalho (2013), explica que a maioria das SEI's são iniciadas por um problema, que pode ser:

a) Experimental: A atividade experimental deve permitir ao aluno a investigação de elementos que estão relacionados ao fenômeno, dando a oportunidade de variar as ações e verificar quais são as consequências. A partir dessas manipulações, os estudantes serão capazes de formular hipóteses e testá-las a fim de resolver o problema.

b) Demonstração Investigativa: Nesse caso, o professor demonstra o fenômeno para os alunos que devem estar participando ativamente, indicando o que o professor deve fazer em seguida para chegar na resolução do problema e qual a explicação para o observado.

c) Problema Conceitual: Esse tipo de problema é bastante utilizado no início de uma SEI para propor, por exemplo, uma discussão inicial e uma classificação de dados. Pode-se usar os problemas conceituais (também chamados de não experimentais) para ensinar a linguagem da ciência, como analisar uma tabela, um gráfico ou uma equação.

Em todos os casos, o objetivo é propor e testar as hipóteses a fim de construir argumentações científicas a partir de evidências. A autora esclarece também a importância das investigações serem contextualizadas com as aplicações e com os problemas sociais e tecnológicos da sociedade, bem como que as atividades provoquem interesse nos alunos para que eles se sintam motivados a solucioná-lo.

Uma forma de ensinar ciências a partir de problemas é incentivando os alunos a questionarem aquilo que é natural e cotidiano em suas vidas, de forma a compreender esses fenômenos a partir do ponto de vista científico (ROBILOTTA, 1985). Para Carvalho (2013), o professor deve apresentar os problemas sempre auxiliando e motivando os estudantes a resolvê-los. É importante que durante a resolução da situação problema o professor dê espaço para que os estudantes cometam erros, pois “o erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio” (CARVALHO, 2013 p. 3).

Após a resolução dos problemas propostos, é importante que haja uma atividade de sistematização. Carvalho (2013) defende que a etapa de sistematização é imprescindível na SEI, uma vez que alguns alunos, mesmo participando das discussões e da resolução do problema, podem não compreendê-la completamente. Torna-se necessário que o professor os auxilie a fazer a reconstrução mental dos passos da resolução do problema e relembre sobre os principais conceitos envolvidos, utilizando uma linguagem mais formal. Esta atividade de sistematização pode ser

outro problema a ser resolvido. Por exemplo, uma discussão, a leitura de um texto, um exercício de preenchimento de tabelas ou confecção de gráficos, assistir a um vídeo ou qualquer outra atividade que oportunize aos alunos o contato com os conhecimentos que construíram enquanto solucionavam o desafio. Apesar disso, a autora escreve que pode ser conveniente também que o professor sistematize os conhecimentos em uma aula dialogada, retomando o que foi discutido durante a investigação.

Alfabetização Científica

Sasseron (2015) define Alfabetização Científica (AC) como uma tentativa de aproximação dos alunos com os saberes das ciências, suas relações e seus impactos na sociedade, tanto no âmbito cultural quanto histórico. Além disso, compreende também a percepção de que o mundo está constantemente em modificação, sendo necessária então a busca por um aprendizado contínuo sobre a ciência e seus efeitos. Sobre essa perspectiva, decorre que a AC torna o indivíduo capaz de conhecer, decidir e se posicionar criticamente sobre as questões científicas e seus efeitos na sociedade (SASSERON, 2015).

Sasseron (2008) apresenta três Eixos Estruturantes da AC, elaborados a partir de uma revisão de trabalhos que discutiam as características que aulas de ciências precisam ter para promover a alfabetização científica. São eles: **a) Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais:** por meio da compreensão básica dos conceitos científicos é possível aplicá-los em diversas situações do dia a dia e entender os jargões da ciência. Esse eixo, portanto, frisa a importância do entendimento conceitual da ciência para a AC; **b) Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática:** Nesse eixo a autora defende que os estudantes entendam como que o conhecimento científico é construído.

Também preconiza que eles sejam capazes de reconhecerem o caráter social, cultural e ambiental da ciência, e que a sociedade da época influencia nas práticas dos cientistas. Além disso, é indispensável que os discentes entendam que o conhecimento científico muda constantemente, sendo necessário a busca de novas informações continuamente; **c) as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente:** neste eixo busca-se a relação da ciência com estas esferas e como elas impactam umas nas outras, demonstrando, conforme a autora, a importância de se pensar em um futuro sustentável para o planeta. Tal qual, Sasseron (2008, p. 65-66) preconiza que:

[...] as propostas didáticas que surgirem respeitando estes três eixos devem ser capazes de promover o início da Alfabetização Científica, pois terão criado oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural associados, a construção do entendimento sobre estes fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento. Além disso, ao considerar os três eixos estruturantes da Alfabetização Científica, devemos encontrar evidências de como se desenvolve a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele.

Sasseron (2008) também propõe indicadores da AC, que visam a sinalizar se, de fato, a AC está ocorrendo durante as aulas de ciências. Eles estão organizados em três grupos, sendo o primeiro relativo aos dados obtidos na investigação. O segundo se refere à organização do pensamento em estruturas lógicas que permitam identificar as relações entre os fenômenos da natureza. Por fim, o terceiro grupo é descrito pela autora como a compreensão do fenômeno estudado, no qual surgirão as hipóteses e as conclusões feitas. No Quadro 1 são mostrados os indicadores e uma breve descrição deles.

Quadro 1 - Indicadores de Alfabetização Científica

Grupo	Indicador	Descrição
Uso dos dados	Seriação de Informações	Estabelece a base da investigação. Pode ser uma tabela ou lista que contém os dados que serão usados para resolver o problema.
	Organização de informações	Surge ao preparar os dados existentes. A autora explica que esse indicador é encontrado quando os estudantes estão arranjando e organizando as informações escritas anteriormente.
	Classificação de informações	Surge quando os estudantes estabelecem características para os dados obtidos.
Estruturação do pensamento	Raciocínio lógico	Este indicador aparece quando os estudantes expõem seus pensamentos, referindo-se ao modo como as ideias são desenvolvidas.
	Raciocínio proporcional	Neste indicador os estudantes fazem relações entre as variáveis estudadas e as possíveis dependências entre elas.
Compreensão da situação investigada	Levantamento de hipóteses	O estudante supõe algo em torno do problema. Pode ser uma afirmação ou pergunta.
	Teste de hipóteses	Utiliza as ferramentas disponíveis para testar as hipóteses que foram propostas anteriormente. Pode ser feito através da manipulação direta de objetos ou testando ideias baseadas em seus conhecimentos.
	Justificativa	Justifica o porquê dos resultados obtidos na investigação.
	Previsão	O aluno prevê acontecimentos que estejam relacionados ao fenômeno estudado.
	Explicação	O estudante une todas as informações disponíveis para explicar o fenômeno estudado.

FONTE: Adaptado de Sasseron (2008, p. 66-69)

A SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO – SEI

Foi elaborada uma SEI envolvendo assuntos relacionados à Eletrodinâmica com vistas à aplicação no 3º ano do Ensino Médio. A proposta é baseada em uma abordagem investigativa que visa a AC dos estudantes. Para planejar as atividades foram considerados os elementos que constituem uma SEI e os “Eixos Estruturantes da Alfabetização científica” propostos por Sasseron (2008), pois segundo a autora, esses

servem de suporte no planejamento e análise de ações que objetivam a AC.

A SEI foi dividida em 3 blocos, com 24 atividades sobre o tema Eletrodinâmica. Nas próximas subseções são descritos os blocos e as atividades propostas, bem como os eixos estruturantes e indicadores de AC possíveis de serem desenvolvidos em cada atividade. Nada impede que outros eixos/indicadores emergjam durante as atividades, sendo até mesmo possível que alguns deles não sejam trabalhados.

Bloco 1: Aparelhos Elétricos:

O primeiro bloco da SEI envolve atividades sobre aparelhos elétricos e fenômenos do cotidiano. Neste bloco a ênfase está em estabelecer, já no início dos estudos sobre eletrodinâmica, uma conexão entre os conceitos físicos e as situações reais do dia a dia, tal como descargas atmosféricas (que serão chamadas genericamente de raios) e queima de eletrodomésticos. Somado a isso, busca-se também que os estudantes sejam capazes de não só estudar o funcionamento dos aparelhos, mas também de manuseá-los e visualizarem seus interiores. Os conceitos específicos tratados neste bloco são: tensão elétrica, intensidade da corrente elétrica, resistores, circuitos elétricos e potência elétrica.

Etapa 1: Leitura do Texto

O objetivo desta etapa é familiarizar os estudantes com a relação entre raios e os cuidados com aparelhos elétricos, introduzindo os conceitos físicos de tensão, corrente elétrica e circuito elétrico. Sugere-se o uso de um texto que contribuirá para que os alunos relacionem os tópicos presentes nele com suas concepções prévias de eletrodinâmica, a fim de resolver o problema que será proposto na próxima etapa.

Os alunos podem ser divididos em grupos de 3 a 4 componentes para realizar a leitura do texto 1: *Raios queimam aparelhos na zona leste e*

*reembolso tem processo burocrático*³. Para guiar essa etapa e atingir o objetivo, o professor pode fazer perguntas iniciais como:

Por que você acha que os aparelhos queimaram? Como isso aconteceu?

Para você, o que são os raios?

Por que Cícera afirmou que fica desprotegida pelo fato da casa dela ficar em um local descampado?

Estas perguntas irão permitir que os estudantes comecem o processo argumentativo e desenvolvam os eixos: **compreensão básica de termos, conhecimento e conceitos científicos fundamentais e relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. Espera-se que sejam capazes de compreender que os aparelhos citados no texto queimaram em razão de uma tempestade de raios que, ao atingir a rede elétrica, fez com que a tensão elétrica da rede se elevasse demasiadamente, aumentando a tensão para os aparelhos que estavam conectados à rede. Os indicadores relativos à AC desta etapa são: o **raciocínio lógico e proporcional** para associar a queima dos aparelhos à alta tensão na rede, podendo relacionar também a tensão com o estabelecimento da corrente elétrica. Somado a isso, há possibilidade de que o **levantamento de hipóteses** também apareça nesta etapa.

Etapa 2: Problema Conceitual

Após a leitura do texto 1 e da discussão inicial, os grupos devem responder ao seguinte problema:

Atividade Investigativa: O que vocês acham que Cícera poderia ter feito para evitar que os aparelhos queimassem?

A finalidade desta etapa consiste na elaboração de hipóteses por

³ Disponível em: <https://mural.blogfolha.uol.com.br/2019/04/01/raios-queimam-aparelhos-na-zona-leste-e-reembolso-tem-processo-burocratico/>

parte dos estudantes acerca do porquê é necessário retirar os aparelhos da tomada para garantir maior segurança do eletrodoméstico. O eixo estruturante trabalhado nesta atividade é: **relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. Os indicadores de AC que poderão surgir são: **seriação, organização e classificação de informações**, pois terão que pensar em maneiras de proteger os aparelhos eletrodomésticos; utilizar o **raciocínio lógico e proporcional** para relacionar os raios ao aumento da tensão e conseqüentemente à queima dos aparelhos. Finalmente, os alunos **levantarão hipóteses** sobre o que pode ser feito para evitar a queima dos aparelhos. Por fim, os indicadores **justificação e explicação** provavelmente aparecerão quando os alunos chegarem em uma ou mais conclusões. Um exemplo de resposta seria que a melhor opção é retirar os aparelhos elétricos da tomada para que eles não fiquem submetidos a uma tensão maior do que seus valores nominais. O professor pode também questionar sobre as unidades de medida de tensão elétrica, intensidade de corrente elétrica e potência elétrica, além de seus significados. Pode explicar também que o termo cientificamente correto é tensão e não voltagem, como essa grandeza física é popularmente chamada.

Etapa 3: Problema Experimental

Para esta etapa o professor deve disponibilizar aos alunos alguns aparelhos elétricos abertos para que eles vejam como eles são por dentro, suas peças e montagens. Eles podem ser dispostos sobre uma mesa um ao lado do outro para que fiquem visíveis aos estudantes. Nesse momento, o professor inicia a atividade a partir da pergunta “*Quais aparelhos elétricos você tem na sua casa?*” Algumas possíveis respostas serão: geladeira, micro-ondas, máquina de lavar roupa, ventilador, ar-condicionado, liquidificador, televisão, secador de cabelo, ferro de passar.

Sugere-se que o professor contextualize essa pergunta com o problema anteriormente resolvido, fazendo questionamentos do tipo:

Você acha que todos esses aparelhos podem ser prejudicados por um raio, caso caia um próximo a sua casa?

Após a discussão inicial, o professor pode mostrar os eletrodomésticos que estão na mesa e propor a investigação.

Atividade Investigativa: Na sua opinião, todos esses aparelhos funcionam da mesma maneira? Você conseguiria indicar algumas diferenças entre eles?

Os alunos podem então se reunir em grupos de 3 a 4 componentes para tentar responder à pergunta, classificando os eletrodomésticos por suas semelhanças e/ou diferenças. Para guiar a atividade, o professor pode questionar: “*Quais aparelhos produzem aquecimento?*” e “*Quais aparelhos produzem movimento?*”. O objetivo da atividade é que os alunos ampliem seus conhecimentos sobre o funcionamento dos eletrodomésticos que fazem parte do seu cotidiano, desenvolvendo assim os eixos: **compreensão básica de termos, conhecimento e conceitos científicos fundamentais e relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. Os indicadores de AC que poderão surgir nesta atividade são: **seriação, organização e classificação de informações** ao analisarem o interior dos eletrodomésticos; **levantamento de hipóteses** de como eles funcionam e **raciocínio lógico e proporcional**, relacionando suas semelhanças e diferentes usos.

Na sequência cada grupo deverá escolher um eletrodoméstico para explicar à turma seu funcionamento. No entanto, é recomendado que a apresentação dos alunos seja feita em uma aula posterior, para que eles pesquisem mais sobre o assunto, se apropriem do respectivo funcionamento e elaborarem uma síntese. Após a apresentação para a turma, o professor pode pedir que os estudantes escrevam um resumo do

que aprenderam em uma folha e entreguem. Em uma aula posterior à apresentação, é sugerido aplicar a atividade de sistematização abaixo, com o intuito de recordar a atividade anterior e reconstruir mentalmente as diferenças entre aparelhos elétricos e conhecer as denominações técnicas que eles podem ter.

Atividade de sistematização: Agora que você viu diversos aparelhos elétricos e descobriu como alguns deles funcionam, faça uma tabela classificando estes e outros aparelhos que você lembrar em: aparelhos resistivos, motores elétricos e aparelhos de comunicação.

Como exemplo de aparelho resistivo temos todos aqueles que transformam energia elétrica em energia térmica, como o secador de cabelo. Já os motores elétricos transformam energia elétrica em energia cinética, tais como liquidificadores e batedeiras. Por fim, os aparelhos de comunicação que podem aparecer são TV, rádio e telefone.

Bloco 2: Chuveiros Elétricos

Neste bloco são apresentadas seis etapas envolvendo chuveiros elétricos. Os conceitos físicos tratados neste bloco são: resistores, resistividade, efeito joule e potência elétrica. Frequentemente estes assuntos são ensinados de forma abstrata, então, ao relacioná-los com os chuveiros elétricos, o tema pode se tornar mais familiar aos alunos. Os problemas experimentais da SEI foram elaborados de modo a promover a investigação dos fenômenos e sua interpretação, utilizando o mesmo princípio em mais de um experimento, para que os discentes relacionem as mesmas variáveis físicas com diversas situações e aplicações.

Etapa 1: Problema Conceitual

Nesta etapa os alunos deverão, individualmente, fazer um desenho ou esquema de como eles acham que os chuveiros elétricos aquecem a

água, explicitando o que eles acreditam ser necessário para isto. Este momento é importante, pois explora os conhecimentos prévios dos estudantes, fazendo com que eles confrontem suas ideias iniciais com o que será visto nas próximas etapas. O eixo trabalhado nesta atividade é **relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**, e os indicadores de AC que poderão surgir nesta atividade são o **raciocínio lógico, raciocínio proporcional e levantamento de hipóteses**, pois os estudantes terão de expor suas concepções por meio de desenhos. A atividade proposta pode ser enunciada da seguinte forma:

Atividade: Desenhe ou faça um esquema de como você imagina ser o interior de um chuveiro elétrico, detalhando como que ele aquece a água. O que você acredita ser necessário para que isso ocorra?

Etapa 2: Problema Conceitual

O objetivo desta etapa é aprofundar os conceitos vistos nas atividades anteriores para que os estudantes compreendam o funcionamento do chuveiro elétrico. Com esta atividade, acredita-se que os eixos **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos** e **relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente** serão desenvolvidos, uma vez que os discentes farão o entrelaçamento entre os conceitos físicos que se encontram nos livros didáticos e a aplicação destes conceitos no chuveiro. Para essa aula é preciso que o professor disponibilize um chuveiro elétrico aberto que funcione perfeitamente e, se possível, outro chuveiro em que o resistor tenha se rompido. Os chuveiros podem ter qualquer potência. As atividades investigativas sugeridas para esta etapa são:

Atividade Investigativa 1: Observe os chuveiros elétricos. Quais unidades de medida você identifica? O que elas significam e a quais grandezas físicas elas remetem? Como elas se relacionam com o

funcionamento do chuveiro? Olhe as peças do chuveiro: para que você acha que serve cada componente?

Atividade Investigativa 2: Agora que você analisou o interior de um chuveiro elétrico, você mudaria algo no desenho ou esquema que você fez para explicar como a água aquece? Anote em seu caderno as observações feitas e suas opiniões.

O professor, durante a realização da atividade, deve mediar a investigação, estimulando os alunos a entenderem a utilidade de cada peça e o que cada grandeza física significa, dando atenção ao *resistor e seu comprimento*, a importância da *potência elétrica* no processo de aquecimento da água e a relação entre a *potência* escolhida e a *temperatura* da água. Pode também questionar quais comparações os estudantes fazem com seus desenhos a fim de relacionar seus conhecimentos prévios com o que estão percebendo na atividade e sugerir o compartilhamento dos desenhos e esquemas com a turma. Outra possibilidade é que os alunos formem duplas e cada um explique seu esquema de aquecimento do chuveiro para o colega. Os indicadores de AC que poderão aparecer na Atividade Investigativa 1 serão: **seriação, organização e classificação de informações** além do **raciocínio lógico, raciocínio proporcional e levantamento de hipóteses**. Já na Atividade Investigativa 2, os indicadores que podem surgir são: **teste de hipóteses e justificativa**.

Etapa 3: Problema Experimental

Nesta etapa é proposta uma atividade experimental que pode ser realizada em grupos de 3 a 4 alunos. Ela tem por objetivo desenvolver os eixos **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais** e a **compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**. A atividade consiste em propor aos estudantes que façam medidas da resistência

elétrica nos terminais do resistor e em cada parte dele e possivelmente conclua que o trecho menor do resistor está associado à posição “inverno” na chave seletora do chuveiro, e que a parte maior, à posição “verão”. Para esta atividade é preciso um resistor de chuveiro elétrico similar ao mostrado na Figura 1. A atividade pode ser enunciada da seguinte forma:

Atividade Investigativa: Observe o resistor de chuveiro elétrico abaixo: Por que você acha que uma parte tem o comprimento maior que a outra? Qual parte você acha que está associada, na chave seletora, à função inverno? E à função verão?

Figura 1 - Resistência elétrica de um chuveiro



FONTE: Os autores (2023)

Nesta atividade experimental é recomendado que o professor disponibilize um ohmímetro para que os estudantes possam utilizá-lo, realizando medidas de resistência elétrica a fim de coletar dados que auxiliarão no levantamento de hipóteses. Os indicadores de AC que poderão ser percebidos são: **seriação, organização e classificação das informações** que poderão ser pesquisadas em livros didáticos tal como conceitos e equações relevantes para a resolução do problema; **raciocínio lógico, raciocínio proporcional** ao sugerirem a utilização do ohmímetro e chegarem em uma relação entre o comprimento do fio e sua resistência elétrica; **levantamento e teste de hipóteses** ao relacionarem a resistência

elétrica com a potência elétrica dissipada, e por fim, deverá surgir a **justificativa**, **previsão** e **explicação** ao chegarem na conclusão do problema. Para sistematizar esta atividade o professor pode propor a seguinte tarefa:

Atividade de Sistematização: A maioria dos chuveiros tem uma chave seletora com pelo menos duas opções de aquecimento: inverno e verão. A partir dos seus conhecimentos sobre o funcionamento do chuveiro anote, na Figura 2, qual grandeza física você pensa ser maior ou menor nos modos inverno e verão. Exemplo: na opção verão, o aquecimento é menor; na opção inverno, o aquecimento é maior.

Figura 2 - Relações entre grandezas físicas nos modos verão e inverno de um chuveiro elétrico

	Verão	Inverno
Aquecimento	<i>Menor</i>	<i>Maior</i>
Potência elétrica		
Comprimento do resistor		
Queda de Tensão no resistor		
Resistência elétrica do resistor		
Intensidade da Corrente Elétrica		

FONTE: Adaptado de GREF (2005, p. 27)

Esta sistematização permitirá o aprofundamento do eixo **compressão básica dos conceitos fundamentais**, citado acima e fará também com que o **eixo relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente** seja desenvolvido, pois proporciona que os alunos relacionem conceitos físicos presentes em aparelhos que são utilizados diariamente.

Etapa 4: Problema Conceitual

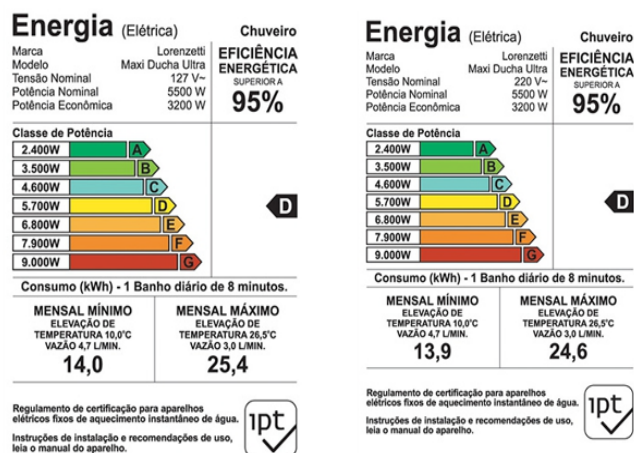
O objetivo desta etapa é discutir as Leis de Ohm, desmistificando a ideia de que um chuveiro de 220 V é mais econômico do que o de 127 V. Os alunos devem ser divididos em grupos de 3 a 4 componentes para

discutirem e responder à pergunta a seguir:

Atividade Investigativa: Um eletricista vai a sua casa realizar um conserto do chuveiro e sugere modificar sua tensão, de 127 V para 220 V, informando que isso trará maior economia na conta de energia elétrica. Você pesquisa mais sobre o assunto e se depara com as duas figuras abaixo (Figura 3), que trazem os valores nominais de dois chuveiros, um de 127 V e outro de 220 V, ambos com a mesma potência elétrica. Com base nos seus conhecimentos e nos dados da figura, você acha que fazer a troca resultará em uma maior economia de energia? Por quê?

Esta atividade irá oportunizar que os estudantes desenvolvam o eixo relações entre **ciência, tecnologia, sociedade e ambiente** e **compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática** ao se depararem com dúvidas que circundam a sociedade e aprenderem a discuti-las, desmistificando ideias errôneas sobre física, fazendo uso da linguagem das ciências para explicarem o porquê do chuveiro de 220 V não ser mais econômico que o de 127 V em termos de consumo de energia elétrica. Assim como o problema da etapa 3, qualquer indicador poderá aparecer nesta atividade, pois se trata de um problema investigativo aberto, em que os estudantes provavelmente irão buscar e **seriar informações, organizá-las e classificá-las**, bem como utilizar o **raciocínio lógico e proporcional** para **levantar e testar hipóteses** a fim de chegar a uma conclusão a partir da **justificativa e explicação**.

Figura 3 - Selo PROCEL



FONTE: Lorenzetti (2021)⁴

Etapa 5: Problema Experimental

O objetivo desta etapa é explicitar o efeito Joule aos estudantes para que seja possível relacioná-lo com o funcionamento de um chuveiro elétrico. Os alunos devem ler o texto 2: *Procon divino*⁵ de Antonio Prata e após isto realizar a atividade experimental.

Atividade Investigativa: O autor do texto escreve que não é possível ter, ao mesmo tempo, temperatura e pressão da água no chuveiro elétrico. Por que o castigo que o autor cita é receber, ora um fiozinho de óleo fervente, ora uma ducha de água fria? A partir do texto e dos seus conhecimentos sobre chuveiros elétricos, elabore um experimento que nos permita verificar o que o autor do texto diz sobre os chuveiros.

Nesta atividade os estudantes devem desenvolver algum experimento que esteja relacionado ao texto lido. Uma das possíveis soluções é utilizar um aquecedor de água e mostrar que quanto maior o volume de água, mais tempo demorará para aquecê-la, da mesma maneira

⁴ LORENZETTI. [Certificação do produto]. LORENZETTI, 2021. Disponível em: <https://www.lorenzetti.com.br/produto/maxi-ducha>. Acesso em: 27 jun. 2022.

⁵ Disponível em: <https://www.estadao.com.br/brasil/antonio-prata/procon-divino/>. Acesso em: 2 mai. 2023.

que ao abrir muito o registro do chuveiro elétrico, ele esquentará menos. Os eixos trabalhados nestas atividades são: **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam a sua prática** e as **relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. Durante a realização da atividade, os indicadores que possivelmente surgirão vão ser: **raciocínio lógico, raciocínio proporcional, levantamento e teste de hipótese, justificativa e explicação**. Para sistematizar esta atividade o professor pode propor a seguinte tarefa:

Atividade de Sistematização: Apresente à turma o método que você elaborou na atividade investigativa anterior, explicando como você chegou a esta ideia. Em que outras situações do dia a dia temos um processo semelhante ao estudado nestas atividades?

Nesta atividade de sistematização os estudantes terão a oportunidade de sugerir diferentes experimentos relacionados ao texto, consolidando assim seus conhecimentos. O professor pode também apresentar conceitos científicos que se relacionem ao que os alunos propuseram.

Etapa 6: Problema Conceitual

O objetivo desta etapa é apresentar a relação entre potência elétrica e o consumo de energia elétrica por meio do uso das contas de luz dos alunos. Os eixos desenvolvidos serão: **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais** e as **relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. Para tanto, os estudantes devem levar para a aula uma conta de luz de suas casas e em grupos de 3 a 4 componentes, discutirem sobre as seguintes perguntas:

Atividade Investigativa: Qual foi o mês de maior consumo de

energia? E o de menor? A que fator(es) você atribui esse aumento ou diminuição? Por quê?

Ao analisarem as contas de luz, os estudantes terão contato com termos como *consumo em kWh, bandeiras, preço da tarifa de energia, tributos e meses com maior consumo*, percebendo talvez, que nos meses de inverno o consumo aumentou em função do maior uso chuveiro elétrico e aquecedor. No entanto, pode ser que os meses de maior consumo sejam os do verão, pois o ar-condicionado foi ligado durante muitas horas do dia. Qualquer que seja a resposta que os estudantes cheguem, poderão aparecer todos os indicadores da AC, pois terão que fazer uma **seriação, organização e classificação de informações** da conta de luz; utilizar o **raciocínio lógico e proporcional** para entender que o consumo está relacionado a algum fator; o **levantamento e teste de hipóteses** de quais fatores eles atribuem a isso, e a **justificativa**, a **previsão** e a **explicação**, que surgirão quando eles pensarem nos aparelhos elétricos que utilizam em suas casas e relacionarem a causa do aumento do consumo a eles. Posteriormente, para a atividade de sistematização, sugere-se que os alunos formem grupos de 3 a 4 integrantes, questionando-os:

Atividade de Sistematização 1: O que você acha que pode ser feito para reduzir o consumo de energia elétrica durante um banho quente?

Esta atividade de sistematização aprofundará o tema “consumo de energia elétrica” e fará com que os alunos utilizem a linguagem da ciência e a matemática para resolverem a situação-problema. Os alunos devem ser livres para estimar o tempo do banho e quantos banhos serão realizados durante o mês. Devem também pesquisar nas contas de luz que levaram para a aula o preço da tarifa de energia, que provavelmente usarão em seus cálculos. Após os alunos pensarem em soluções e discutirem com a

turma, distribua o texto 3: *Você sabe o quanto custa o seu banho?*⁶. Em seguida, peça para eles estimarem o consumo de energia elétrica durante um banho e calcular o custo desse consumo durante o mês. Estas solicitações podem ser enunciadas da seguinte forma:

Atividade de Sistematização 2: Vimos que um dos fatores do aumento de consumo de energia são os chuveiros elétricos, um aparelho que estamos estudando há um tempo. Leia o texto sobre o consumo de energia elétrica de um chuveiro e responda: Quanto custa tomar um banho quente?

Problema Conceitual

Nesta etapa, os alunos são levados a refletir sobre o tema consumo consciente de energia, pensando sobre como a eletricidade é gerada e seus impactos por diferentes vértices, tanto em termos de quantidade de água utilizada pelas hidrelétricas, quanto em termos de impactos ambientais e sociais provocados pela construção dessas usinas. O eixo desenvolvido nesta etapa é **relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. Os estudantes devem se reunir em grupos de 3 a 4 integrantes e discutir sobre a pergunta abaixo:

Atividade Investigativa: Você acha importante o esforço de reduzir o consumo de energia elétrica em termos de economia e meio ambiente? Por quê?

Os indicadores **levantamento e teste de hipóteses** provavelmente surgirão nesta atividade, mas todos os outros devem ser incentivados. O professor deve ser responsável por mediar este debate, estimulando os alunos a argumentarem suas ideias a partir de dados e não a partir do

⁶Disponível em: <https://blog.kisoltec.com.br/voce-sabe-quanto-custa-seu-banho/>. Acesso em: 27 de jun. de 2022.

senso comum. Como sugestão, o professor pode pedir para que os alunos calculem a energia elétrica gasta pelas indústrias frente a energia gasta por um consumidor comum, a fim de comparar o consumo e pensar em soluções mais amplas para reduzir o consumo de energia elétrica.

Bloco 3: Descargas Elétricas

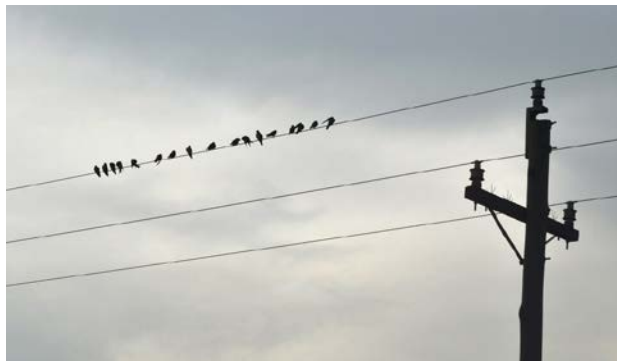
O último bloco da SEI trata do tema descargas e choques elétricos, com o intuito de apresentar os riscos que eles podem causar. Espera-se que os estudantes aprendam a utilizar os conhecimentos físicos para entender por que acidentes elétricos ocorrem e pensar em formas de evitá-los, como não manejar dispositivos elétricos com as mãos molhadas e não utilizar simultaneamente vários aparelhos no mesmo adaptador de tomadas. Os conceitos específicos tratados neste bloco são: tensão elétrica, corrente elétrica, diferença de potencial, resistência elétrica, condutor elétrico e primeira lei de Ohm.

Etapa 1: Problema Conceitual

O objetivo desta etapa é que os estudantes compreendam que para haver descarga elétrica é preciso que seja estabelecida uma diferença de potencial significativa. No caso de um pássaro pousado em um fio de alta tensão (como mostrado na figura 4), em que todo seu corpo está submetido ao mesmo potencial elétrico, isso não ocorre. Para a atividade, os alunos devem ser divididos em grupos de 3 a 4 componentes e pensar sobre o problema a seguir. Os eixos estruturantes desenvolvidos nesta etapa são a **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais**, pois irão precisar dos conceitos básicos de descarga elétrica, diferença de potencial e corrente elétrica; e as **relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente** uma vez que relacionarão estes conceitos com o cotidiano, ao estudarem pássaros

pousados em fios.

Figura 4 - Pássaros no fio de alta tensão



Atividade Investigativa: Você já ouviu falar em acidentes por causa de fios de alta tensão? Eles podem matar ou ferir gravemente uma pessoa. No entanto, a figura 4 nos mostra pássaros em um fio e nada acontece. Por quê?

Qualquer indicador de AC poderá surgir nesta atividade dado que os alunos terão que **seriar, classificar e organizar as informações** disponíveis para tentar solucionar o problema, assim como utilizar o **raciocínio lógico e proporcional** para relacionar as variáveis físicas envolvidas. Além disso, terão que **levantar e propor hipóteses** do porquê o pássaro não sofrer nenhum dano ao pousar no fio de alta tensão e, a partir dos conhecimentos prévios e novos, **justificar e explicar** a resposta que encontraram para a situação problema. Para sistematizar a aula, o professor pode propor a seguinte atividade:

Atividade de Sistematização: Leia o texto 4 "Por que os pássaros geralmente não tomam choque em fios elétricos?"⁷ e responda à pergunta título por escrito.

⁷ Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/curiosidades/por-que-passaros-nao-tomam-choque-fios.htm>

Etapa 2: Problema Conceitual

Esta etapa tem por objetivo aprofundar o conceito de choques elétricos e suas consequências no corpo humano. Os eixos desenvolvidos na atividade são a **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos e relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. Em grupos de 3 a 4 alunos, proponha a atividade abaixo:

Atividade Investigativa: Na atividade anterior você pesquisou um pouco sobre descargas elétricas e descobriu em quais situações os choques elétricos acontecem e quais eles não ocorrem. Agora, vamos investigar mais detalhadamente os choques e suas consequências. Qual das situações abaixo você acredita ser mais danoso para o ser humano? Por quê?

“Tomar” um choque elétrico nas mãos que estão secas;

“Tomar” um choque elétrico nas mãos molhadas?

Nesta atividade, os estudantes deverão debater suas ideias iniciais e depois investigar em qual situação os choques elétricos são mais perigosos. Como exemplo de resposta, os estudantes podem concluir que um choque com as mãos molhadas é mais perigoso em razão da pele humana molhada ser um melhor condutor de eletricidade do que a pele seca. O professor pode estimular os alunos a calcularem a resistência elétrica da pele humana seca e molhada, para que eles compreendam que a mesma tensão pode produzir intensidades de corrente elétrica diferentes, já que a resistência da pele seca é da ordem de cem mil ohms, enquanto na pele molhada, essa resistência diminui para ordem de mil ohms. Assim como nas atividades anteriores, qualquer indicador de AC poderá ser contemplado.

Atividade de Sistematização: Complete a Figura 5 relacionada à resistência elétrica da pele seca e molhada, que você encontrou na

atividade anterior com a intensidade da corrente elétrica estabelecida quando essa pele está submetida à tensão 127 V e 220 V (Analisar os efeitos para cada uma das tensões). Investigue também se valores de corrente encontrados, são suficientes para ferir uma pessoa.

Figura 5 - Choques e suas consequências no corpo humano

	Pele Seca		Pele Molhada	
Tensão elétrica	127 V	220 V	127 V	220 V
Resistência elétrica				
Intensidade da corrente elétrica				
Efeitos no corpo humano				

Nesta atividade de sistematização os alunos deverão relacionar a intensidade de corrente elétrica com a resistência elétrica da pele humana em diferentes condições, por meio das leis de Ohm. Devem também entender quais são os efeitos da corrente elétrica no nosso corpo, se atentando que na pele seca, em que a resistência é da ordem de cem mil ohms, a corrente produzida por uma tensão de 220V é aproximadamente 0,002 A. Já na pele molhada, com resistência da ordem de mil ohms, a corrente elétrica produzida pela mesma tensão de 220 V é aproximadamente 0,2 A, que é possivelmente fatal. O professor pode solicitar que os alunos pesquisem as consequências no corpo humano para diferentes valores de corrente elétrica e os cuidados que devem ser tomados para evitar choques.

Etapa 3: Problema Conceitual

Muitos estudantes utilizam pelo menos um adaptador de tomada em suas residências, sem saber os riscos que esse hábito pode causar. Por isso, nesta atividade o professor deve instigá-los a pensar no porquê deve-

se evitar tal prática, além de discutir e pensar em soluções para esse problema. Sendo assim, o objetivo desta etapa é que os estudantes compreendam que ao utilizar vários aparelhos em um adaptador de tomada é possível que haja uma sobrecarga, isto é, um aumento de corrente elétrica e conseqüentemente um curto-circuito. Os eixos desenvolvidos nesta etapa são: **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos e relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente**. Para esta atividade, sugere-se que os alunos formem grupos de 3 a 4 componentes e que seja perguntado:

Atividade Investigativa: Os adaptadores de tomada, conhecidos popularmente por T ou benjamim, permitem que utilizemos mais de um aparelho em uma única tomada. Eles são largamente usados em residências como na Figura 6. Você os utiliza? Acredita que eles são seguros? Por quê?

Figura 6 - Adaptadores de tomadas



Os estudantes provavelmente utilizarão os indicadores relativos aos dados obtidos, como **seriar as informações** importantes, **organizando** e **classificando-as** para entender qual é a relação delas com os riscos dos adaptadores de tomadas. Além disso, os indicadores **raciocínio lógico** e **proporcional** possivelmente surgirão, pois terão que pensar em quais variáveis estão relacionadas ao problema, como tensão e corrente elétrica,

relacionando-as com a sobrecarga e o curto-circuito. Por fim, todos os indicadores relativos à compreensão do fenômeno poderão aparecer uma vez que os alunos buscarão mecanismos para **propor e testar hipóteses** para então **justificar, prever e explicar** o que pode ocorrer ao colocar diversos aparelhos em um único adaptador de tomadas.

Etapa 4: Problema Conceitual

Além de utilizar adaptadores de tomadas e conectar muitos aparelhos elétricos de uma só vez, muitas pessoas também o utilizam para encaixar os aparelhos elétricos de três pinos em tomadas antigas de dois pinos. A finalidade desta etapa é levar este debate para a sala de aula, considerando os conceitos físicos envolvidos no porquê este tipo de tomada existe, fortalecendo o eixo **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos**. Além disso, os alunos irão se deparar com questões políticas e éticas envolvendo este tema, com argumentos a favor e contra a utilização deste padrão de tomadas, desenvolvendo assim o eixo **compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam a sua prática**. Por fim, o eixo **relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente** também é aprimorado nesta atividade, pois debaterão o uso de uma tecnologia baseada em fenômenos físicos na sociedade. Como introdução ao tema, os estudantes devem ler o texto 5: *O fio terra e o efeito placebo*⁸ e responder às perguntas:

Atividade Investigativa 1: Qual é o objetivo da tomada de três pinos? É seguro retirar o terceiro pino do plugue? Você já ouviu falar em aterramento? Sabe dizer qual sua função? Você acha que é um bom método utilizar um pote de manteiga com terra para aterrar o chuveiro

⁸ BORGES, José Flávio Marcelino. Física do Cotidiano. 2.ed. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

elétrico? Busque saber se na sua casa ou prédio há aterramento.

No encontro posterior, após as discussões da atividade investigativa 1, os alunos devem ler a texto 6: *Governo avança para dar fim a tomada a três pinos*⁹ e debater, em grupos, os questionamentos abaixo:

Atividade Investigativa 2: Discuta com os colegas de classe sobre a matéria lida, elabore uma síntese das suas ideias e compartilhe com a turma suas conclusões.

Por que você acha que governo afirma que os brasileiros rejeitaram as tomadas de três pinos?

O que dizem os órgãos técnicos acerca da possibilidade de não ser mais obrigatório o padrão deste tipo de tomada? Por que afirmam que não há possibilidade de ser eletrocutado com a tomada de três pinos?

É eficiente criar uma lei que obriga os fabricantes de aparelhos elétricos e eletrônicos com carcaça metálica a possuir plugue de três pinos, mas os prédios ou as casas não possuírem aterramento?

Considerando o fator de segurança das tomadas e a realidade da maioria das casas no Brasil, você é contra ou a favor de retirar a obrigatoriedade dos aparelhos elétricos com três pinos? Por quê?

Durante estas atividades os estudantes devem debater com os colegas e professor as perguntas acima, assim como buscar na internet outras informações, sendo mais importante a reflexão dos impactos nas esferas sociais e políticas do assunto. Qualquer indicador de AC poderá emergir nesta atividade, pois os estudantes poderão reunir informações apresentadas no texto, pelos colegas e pela família sobre o assunto, **seriando-as e organizando-as** de diversas formas. Poderão também utilizar o **raciocínio lógico e proporcional** para a fim de **justificar, prever e explicar** seu ponto de vista a partir da argumentação científica.

⁹ Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/governo-avanca-para-dar-fim-a-tomada-a-tres-pinos/>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi propor uma Sequência de Ensino Investigativa que fosse capaz de promover a Alfabetização Científica em alunos no Ensino Médio de acordo com o que propõem Carvalho (2013) e Sasseron (2008). Para este fim, foram apresentadas 24 atividades sobre o tema Eletrodinâmica e suas aplicações no cotidiano. As atividades foram elaboradas na expectativa de contemplarem mais de um eixo estruturante e, no mínimo, três indicadores da AC. A diversidade de abordagens investigativas propostas permitiu avançar da esfera da compreensão básica dos termos científicos para a discussão de temas que estão relacionados aos outros dois eixos, como a tecnologia, meio ambiente, sociedade, política, natureza da ciência entre outros. Da mesma forma, ao propor atividades investigativas, os alunos são levados a pensar e argumentar de modo que todos os indicadores de AC podem aparecer.

Inúmeras são as maneiras de trabalhar a abordagem investigativa em sala de aula, não havendo, portando, um método único para implementá-la. Diante desta realidade, a SEI não se propõe, de forma alguma, a ser engessada, de modo que sua aplicação não precisa ser feita na ordem aqui estabelecida. Fica a critério do professor adicionar ou retirar alguma atividade, de acordo com a turma e/ou quantidade de períodos disponíveis para a disciplina. É possível até mesmo mesclar esta abordagem com aulas expositivas ou de resolução de exercícios, para esclarecer dúvidas ou fazer uma sistematização dos pontos que não ficaram claros para os estudantes. O mais importante é que o professor incentive o protagonismo dos estudantes de maneira que eles construam o conhecimento científico a partir da reflexão, discussão e argumentação. A abordagem investigativa permite um distanciamento do modelo expositivo de ensino, pois em todas as atividades propostas os estudantes

devem participar ativamente para a resolução dos problemas. Além disso, as discussões feitas em grupo permitirão que eles construam a argumentação científica coletivamente, sendo eles os responsáveis por confrontarem opiniões diferentes e encontrar explicações comuns ao grupo ou então, pontos de divergência que serão resolvidos com auxílio das informações disponíveis e da mediação do professor. Ter que lidar com opiniões distintas fará com que os estudantes não só aprendam a conviver e a respeitar diferentes visões do mesmo problema, mas também a desenvolver confiança em expressarem seus pontos de vista.

Na SEI proposta fica evidente a importância do professor, pois é ele quem planeja toda a sequência de ensino e é responsável por mediar as investigações e discussões. Ao professor, cabe a difícil tarefa de não dar as respostas prontas dos problemas, requerendo disposição para lidar com os questionamentos e inquietude dos estudantes, que poderão ficar incomodados com os problemas abertos, sem um caminho tão óbvio que os conduza às respostas.

A proposal for an investigative teaching sequence for the teaching of electrodynamics

Abstract

This work aims to propose an investigative teaching sequence on electrodynamics to promote scientific literacy in high school students. The activities were elaborated from the elements of inquiry-based teaching proposed by Carvalho (2013) and in the structuring axes and indicators of scientific literacy presented by Sasseron (2008). Twenty-four activities were developed on the following topics: electrical appliances, electricity, plugs, and sockets, among other subjects. The activities were divided into three blocks, covering all the structuring axes of scientific literacy proposed by Sasseron (2008). In conclusion, there are countless possibilities to work with inquiry-based teaching, provided the student is the protagonist of learning and builds scientific knowledge from reflection and arguments based on data and evidence obtained when investigating a problem situation.

Keywords: Inquiry-based teaching, Scientific literacy, Investigative teaching sequence

REFERÊNCIAS

- BROWN, J. S.; COLLINS, A.; DUGUID, P. Situated cognition and the culture of learning. **Educational Researcher**, v. 18, n. 1, p. 32-42, 1989.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI)**. In: O uno e o diverso na educação. Uberlândia: EDUFU, p. 253-266, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- LEÃO, D. M. M. Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola Tradicional e Escola Construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, n. 107, p. 187-206, 1999.
- MIZUKAMI, M. G. N.. **Ensino: as abordagens do processo**. 1986.
- MONTANINI, S. M. P.; MIRANDA, S. C.; CARVALHO, P. S. O ensino de ciências por investigação: abordagem em publicações recentes. **Revista Sapiência**, v. 7, n. 2, p. 288-304, 2018.
- POZO, J. I.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M. D.. **La solución de problemas**. Madri: Santillana, 1994.
- ROBILOTTA, M. R.. **Construção e Realidade no Ensino de Física**. São Paulo: Instituto de Física-USP, 1985
- SASSERON, L. H. . Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. spe, p. 49-67, nov. 2015.
- SASSERON, L. H. **Alfabetização científica no ensino fundamental**: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula. São Paulo: USP, 2008, tese de doutorado, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2008.
- SASSERON, Lúcia Helena; MACHADO, Vitor Fabrício. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. São Paulo: Livraria da Física, 2017.
- SASSERON, L. H. **Fundamentos Teórico-Metodológico para o Ensino de Ciências: a Sala de Aula**, 2012.
- SAVIANI, D.. **Escola e democracia**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 1991.
- SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Tópicos E**