

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: UMA PROPOSTA DE ENSINO SOBRE CHOQUES ELETROSTÁTICOS NO COTIDIANO, À LUZ DOS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS DE DELIZOICOV E ANGOTTI

Pâmela Freitas de Souza Pereira

Centro Educacional Cristão – CEDUC, Pirassununga, São Paulo, Brasil.

pamelafreitasdesouzapereira12@gmail.com

Cleidson Santiago de Oliveira

Instituto Federal de São Paulo – IFSP, Capivari, São Paulo, Brasil.

clsantiago@ifsp.edu.br

Tatiane de Paula Sudbrack

Instituto Federal de São Paulo – IFSP, Sorocaba, São Paulo, Brasil.

tati.sud@ifsp.edu.br

Resumo

De maneira geral, as aulas de Física nas escolas tendem a focar principalmente no formalismo matemático, o que torna essa disciplina muito distante do cotidiano dos alunos. Isso resulta em um aprendizado pouco interessante e abstrato para eles. Propostas didáticas contextualizadas, que abordem temas práticos do dia a dia dos alunos, pode promover um ensino mais envolvente e autônomo. Neste trabalho apresentamos uma sequência didática (SD) inovadora que foi desenvolvida baseada nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti, intitulada “Choques eletrostáticos no cotidiano”. A SD desenvolvida está dividida em quatro módulos: (1) A Eletricidade no cotidiano; (2) Entendendo a eletrização por atrito (parte 1); (3) Entendendo a eletrização por atrito (parte 2) e (4) Evitando choques eletrostáticos. O público-alvo desta sequência didática são alunos do Ensino Médio, podendo também ser adaptada para alunos do Ensino Fundamental. O módulo 1 foi proposto tendo como base o primeiro momento pedagógico, os módulos 2 e 3 o segundo momento pedagógico e o módulo 4 baseia-se no terceiro momento pedagógico. Ao longo da SD são propostas atividades práticas e problemas para estimular o interesse dos alunos e promover uma aprendizagem mais ativa. Embora a SD ainda não tenha sido aplicada, espera-se que esse material contribua positivamente com a prática docente de outros professores que desejem implementá-la.

Palavras-chave: Ensino de Física; Momentos Pedagógicos; Sequência Didática; Processos de Eletrização; Choques Eletrostáticos.

DIDACTIC SEQUENCE: A PROPOSITION FOR TEACHING ELETROSTATIC SHOCKS IN EVERYDAY LIFE, IN LIGHT OF DELIZOICOV AND ANGOTTI'S THREE PEDAGOGICAL MOMENTS

Abstract

In general, Physics classes in schools tend to focus on mathematical formalism, which makes this subject very distant from student's daily lives. This results in learning that is often uninteresting and very abstract. Contextualized didactic proposals that address practical daily lives topics for students promote more engagement and autonomy for students. In this work, we present an innovative didactic sequence (SD) that was developed based on the three pedagogical moments proposed by Delizoicov and Angotti. The theme of this SD is Electrostatic shocks in the day-to-day. The SD developed is divided into four modules: (1) Electricity in everyday life; (2) Understanding frictional electrification (part 1); (3) Understanding frictional electrification (part 2) and (4) Avoiding electrostatic shocks. The target audience for this DS is High School students and it can also be adapted for Elementary School students. Module 1 was proposed based on the first pedagogical moment, modules 2 and 3 were based on the second pedagogical moment and module 3 was proposed with basis on the third pedagogical moment. Throughout the SD, practical activities and problems are proposed, stimulating the interests of the students and providing more active learning. Although the SD hasn't yet been applied, it is expected that this material can contribute positively to the teaching practice of other educators who wish to implement it.

Keywords: Teaching Physics; Pedagogical Moments; Didactic Sequence; Electrification Processes; Electrostatic Shocks.

1 INTRODUÇÃO

Tradicionalmente o formalismo matemático desenvolvido nas aulas de Física tem sido priorizado, de modo que os conteúdos desenvolvidos em sala de aula são apresentados sem conexão com o mundo vivenciado pelos alunos, sobretudo nas escolas focadas na preparação para o vestibular. A maneira tradicional que vem se fazendo o ensino de Física nas escolas dificilmente permite que os alunos façam relação entre aquilo que está sendo estudado teórica e experimentalmente com o seu cotidiano, tornando essa disciplina muito distante deles (Bonadiman; Nonenmacher, 2007; Moreira, 2018).

No contexto descrito acima, os estudantes se comportam passivamente durante as aulas, enquanto o professor apresenta os conteúdos, resolve exercícios na lousa e realiza demonstrações experimentais, geralmente por meio de exposições unilaterais, com pouco espaço para o diálogo e a participação ativa dos alunos. Esse protagonismo docente acaba contribuindo para que as aulas se tornem cansativas, pouco ou nada estimulantes, levando muitos estudantes a não se engajarem com os estudos na disciplina de Física (Bonadiman;

Nonenmacher, 2007; Moreira, 2018).

Propostas didáticas contextualizadas, que tragam o cotidiano dos alunos de maneira prática, se fazem necessárias, uma vez que estas possibilitam o entendimento sobre como funciona o fazer científico, capacitando o aluno com um conhecimento que vai além do senso comum e pode trazer consigo mudanças na comunidade ao seu redor. Assim, para tentar superar as barreiras entre os conteúdos dessa disciplina com a sua aprendizagem, surge a necessidade do uso de metodologias mais assertivas.

De maneira a tentar promover um ensino que desperte maior engajamento e interesse dos alunos com a disciplina de Física, elaboramos uma Sequência Didática (SD), que aborda uma temática tradicional da Física, de forma inovadora, à medida que busca posicionar os alunos no centro do processo de aprendizagem, integrando seu cotidiano ao conteúdo de Física por meio de um processo dialógico, mediado pelo professor, que utiliza os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto de partida. A estrutura da SD busca orientar o professor sobre como as atividades e conteúdos serão desenvolvidos com os alunos, bem como sobre a duração e objetivos dessas atividades.

A SD deste trabalho foi intitulada “*Choques eletrostáticos no cotidiano*” e contém quatro módulos temáticos que abordam sobre as propriedades elétricas da matéria e os processos de eletrização. Esta SD foi planejada de forma que seja priorizada a participação do aluno e que sejam reconhecidos e utilizados seus conhecimentos prévios durante a apresentação do tema que será estudado.

Assim, indo ao encontro do que foi discutido acima, considerando que a construção do conhecimento é mais efetiva quando utilizamos a dialogicidade e a realidade dos alunos no processo de ensino e aprendizagem, a elaboração desta SD foi apoiada nos *Três Momentos Pedagógicos* do processo de aprendizagem, propostos por Delizoicov e Angotti (1988), que são: *problematização inicial*, *organização do conhecimento* e *aplicação do conhecimento*.

A *problematização inicial* é um momento oportuno para despertar o interesse dos alunos pelo conteúdo, buscando suscitar as suas concepções alternativas, frutos de aprendizagens anteriores, e criar neles a necessidade de novos conhecimentos, contidos nas teorias científicas, que os ajudem na resolução do problema inicial. A *organização do conhecimento* é o momento em que os conhecimentos científicos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial são sistematicamente estudados sob mediação do professor. Já a *aplicação do conhecimento* destina-se a trabalhar o conhecimento que vem sendo incorporado pelos alunos tanto para reavaliar as situações iniciais como para

resolver novos problemas, cuja solução depende do mesmo conhecimento (Muenchen; Delizoicov, 2014).

A proposta desse trabalho é então relatar a construção de uma SD, estruturada a partir dos Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov; Angotti, 1988), com potencial para tornar o ensino e a aprendizagem de Física um processo horizontal, pautado na mediação dialógica do professor, no protagonismo dos alunos e na problematização de situações reais do cotidiano, como ponto de partida.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Paulo Freire, na década de 70, apresenta uma proposta de ensino considerando que aluno e professor devem construir o conhecimento em conjunto, de forma dialógica, por meio de interação contínua de reflexão e ação. Nessa proposta, o processo de ensino deve ser transformado em problematizações através de um tema gerador, que possibilite a contextualização do conhecimento a partir da realidade dos estudantes, para que ele seja significativo e relevante para as suas vidas (Freire, 1987).

Baseados nas ideias de Paulo Freire, Demétrio Delizoicov e José André Angotti apresentam uma abordagem metodológica para atuação docente denominada de Três Momentos Pedagógicos do processo de aprendizagem, que são: *problematização inicial*, *organização do conhecimento* e *aplicação do conhecimento* (Delizoicov; Angotti, 1988; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007). As especificidades de cada um deles são descritas a seguir.

A problematização inicial, primeiro momento pedagógico, é a etapa em que os estudantes são convidados a participar da aula trazendo seu conhecimento empírico, construídos a partir de suas experiências pessoais dentro e fora da escola, sobre o conteúdo a ser estudado. A problematização pode ser feita de diversas maneiras, como por meio de perguntas, demonstrações experimentais, leitura de notícias de jornal ou revistas, atividades ou recursos visuais, entre outros. O importante é provocar nos alunos um questionamento que conecte o conteúdo com situações reais do seu cotidiano, levando-os a sentir necessidade de adquirir outros conhecimentos que ainda não possuem para responder a esse questionamento (Delizoicov; Angotti, 1988).

Neste primeiro momento, o papel do professor é o de coordenar as discussões, questionando posicionamentos e lançando dúvidas sobre o assunto, evitando dar respostas ou

explicações que podem diminuir o interesse e conseqüentemente a participação dos estudantes no decorrer desta etapa (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007).

De acordo com Sasseron e Machado (2017), a busca em resolver um problema durante a problematização inicial está relacionada com a necessidade de encontrar solução para uma situação complexa, sendo esta uma importante estratégia para a construção do conhecimento dos alunos.

A organização do conhecimento, segundo momento pedagógico, é a etapa em que o professor conduzirá sistematicamente o estudo dos conhecimentos científicos necessários para a compreensão do tema e da problematização inicial (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007).

De acordo com Delizoicov e Angotti (1990, p. 55):

O conteúdo é programado e preparado em termos instrucionais para que o aluno o aprenda de forma a, de um lado, perceber a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados, e, de outro, a comparar esse conhecimento com o seu, para usá-lo para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações.

As atividades empregadas nesse momento podem ser diversas, como exposição, leitura de textos, experimentos em laboratório, simulações experimentais, resolução de problemas, exercícios, visitas a museus, entre outros (Muenchen; Delizoicov, 2014). No entanto, para que os estudantes continuem ativos e interessados nessa etapa de construção do conhecimento é importante que a característica dialógica entre professor e estudantes seja cultivada em todas as atividades propostas nessa etapa.

Por fim, a aplicação do conhecimento, terceiro momento pedagógico, tem como objetivo sistematizar o conhecimento. Nessa etapa, espera-se que o estudante seja capaz de articular os conhecimentos adquiridos nos primeiros e segundos momentos pedagógicos. Por exemplo, os alunos podem realizar atividades de pesquisa, projetos ou simulações para aplicar o conhecimento aprendido em situações reais. Ao apresentar esse momento, Delizoicov e Angotti (1990, p. 55) afirmam que:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento.

A abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos pode ser aplicada em diferentes contextos educacionais. Mas, independentemente do contexto, ao ser elaborada e aplicada o professor não pode perder de vista que o ensino deve partir da realidade dos alunos e o conteúdo desenvolvido deve levar em consideração os seus conhecimentos prévios, por meio de um processo dialógico e contextualizado. A aplicação dessa metodologia pode favorecer a participação dos alunos durante todo o processo de aprendizagem, favorecendo assim, a construção de conhecimentos científicos, que uma vez incorporados, poderão ser utilizados na resolução da problematização inicial e em novas questões que podem ser compreendidas e resolvidas pelo mesmo conhecimento.

Nessa perspectiva, a seguir será apresentada uma proposta de SD, apoiada na abordagem metodológica dos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1988).

3 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA

Baseados nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1988), nossa proposta de trabalho apresenta uma SD, intitulada “*Choques eletrostáticos no cotidiano*”, para estudar as propriedades elétricas da matéria e os processos de eletrização, assuntos introdutórios, mas fundamental da eletricidade, na Física.

Por SD entendemos a organização e sistematização do conteúdo que será abordado durante as aulas. Conforme afirma Zabala (1998, p.53) a SD apresenta-se como “...uma série ordenada e articulada de atividades que formam as unidades didáticas”.

O Quadro 1 sintetiza os temas da SD, bem como os momentos pedagógicos aos quais cada módulo se refere e as principais atividades que serão desenvolvidas. Ela foi pensada para ser desenvolvida em quatro módulos, que podem ter duração em torno de 100 minutos cada (duas aulas geminadas de 50 minutos, por exemplo), dependendo da programação da escola. O público-alvo são estudantes do Ensino Médio, embora seja possível adaptá-la para alunos do Ensino Fundamental.

Quadro 1 – Resumo da sequência didática “*Choques eletrostáticos no cotidiano*”, desenvolvida para o estudo das propriedades elétricas da matéria e dos processos de eletrização.

MÓDULO	TEMA	MOMENTO PEDAGÓGICO	ATIVIDADES
01	A Eletricidade no cotidiano	1º momento pedagógico – Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos.	Atividades experimentais sobre os processos de eletrização e choques eletrostáticos.
02	Entendendo a eletrização por atrito –parte 1	2º momento pedagógico – Organização do conhecimento dos alunos.	Atividade prática no simulador virtual PhET Colorado, que visa que os alunos confrontem seus conhecimentos prévios com os conhecimentos científicos. Introdução dos conceitos de corpos eletrizados, princípio da atração e repulsão, princípio da conservação da carga elétrica, condutores e isolantes e processos de eletrização.
03	Entendendo a eletrização por atrito –parte 2	2º momento pedagógico – Sistematização dos conhecimentos adquiridos nos Módulos 01 e 02.	Atividade de leitura e discussão do artigo: “ <i>Porque tomamos choques ao encostar em objetos ou pessoas?</i> ”
04	Evitando choques eletrostáticos	3º momento pedagógico – Aplicação do conhecimento.	Atividades para retomar a problematização inicial e produção de um panfleto de divulgação sobre “ <i>Como evitar choques eletrostáticos</i> ”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.1 MÓDULO 01 – A ELETRICIDADE ESTÁTICA NO COTIDIANO

Neste primeiro módulo deve ser realizada a introdução aos conceitos de eletrostática através de questionamentos feitos aos alunos, com o intuito de que seja trabalhado o primeiro

momento pedagógico, que de acordo com Gehlen, Maldaner e Delizoicov (2012, p.03) “[...] caracteriza-se por apresentar situações reais que os alunos conhecem e vivenciam”, fazendo-se uma problematização inicial.

Assim, para o 1º momento pedagógico propõe-se para o docente atividades que tragam questões que permitam a problematização dos conceitos fundamentais da eletrostática e que tenham potencial para estimular a necessidade dos alunos em buscar respostas. O professor deverá coordenar as discussões, seja nos pequenos grupos ou no grande grupo, sem dar respostas.

A ideia deste primeiro módulo é que o docente identifique os conhecimentos prévios dos alunos, que serão confrontados com os conhecimentos científicos nos módulos subsequentes. Para tanto, é fundamental o registro desses conhecimentos prévios. Isso pode ser feito, por exemplo, por meio de um diário de bordo, onde os alunos anotam suas ideias, hipóteses e respostas às questões propostas ou através de uma planilha (digital ou na lousa da sala de aula) onde o professor vai registrando as principais ideias e conceitos mencionados pelos alunos. Esse registro pode ser feito de forma colaborativa, onde os alunos também contribuem.

Atividade I: O canudo que gruda na parede

Sabemos que, em geral, objetos abandonados na proximidade da Terra caem devido a ação gravitacional terrestre sobre eles. Até mesmo objetos leves, como uma pena ou um canudo de refresco caem ao serem liberados de uma certa altura. A princípio, não há nada de muito surpreendente na queda dos corpos, pois desde a infância estamos familiarizados com esse fenômeno.

Mas agora, pegue um canudo plástico (de refresco) e um pedaço de papel higiênico com aproximadamente 70 cm de comprimento. Esfregue, com força moderada e no mesmo sentido, o canudo no pedaço de papel higiênico dobrado e encoste-o na parede. Algo surpreendente acontece: o canudo gruda na parede!

Em seguida, divida a turma em pequenos grupos (de 3 a 5 alunos) e proponha as seguintes questões:

Questão 1: Por que depois de ser esfregado no papel higiênico o canudo permaneceu grudado na parede?

Questão 2: Se o canudo tivesse sido esfregado em um tecido de lã ou seda, por exemplo, ele também ficaria grudado na parede?

Questão 3: Que fatores podem influenciar no tempo que o canudo permanecerá grudado na parede, após ter sido esfregado no papel higiênico?

Atividade II: Corpos que se estranham e corpos que se desejam

Encha de ar dois balões de borracha (de festa de aniversário). Depois, esfregue um deles na cabeça de um aluno ou aluna que, preferencialmente, tenha cabelos longos e finos. Após o atrito, aproxime novamente o balão da cabeça do aluno ou aluna em que ele foi esfregado. Nota-se facilmente que o balão atrai os fios de cabelo que se levantam em direção ao balão. O balão e os fios de cabelo se atraem! Agora, peça para o aluno ou aluna que participou da experiência passar bem as mãos no cabelo e na sequência esfregue o outro balão nos cabelos dele ou dela. Aproxime os dois balões que foram esfregados no cabelo. Observa-se que eles se afastam! Com base nos resultados dessa demonstração experimental faça as seguintes questões:

Questão 4: Por que o balão atraiu o cabelo?

Questão 5: Por que os dois balões se afastaram quando foram aproximados?

Questão 6: Se repetíssemos a experiência esfregando os balões em diferentes materiais (como lã e algodão, por exemplo) você acha que os resultados seriam os mesmos? Por quê?

Atividade III: Os desconfortáveis choques eletrostáticos

Não é incomum experimentarmos no nosso cotidiano os choques eletrostáticos. Se por um lado eles não oferecem riscos significativos à nossa vida, por outro eles costumam ser bem desconfortáveis para nós!

Questão 7: Você já tomou um choque ao tocar na maçaneta de uma porta ou cumprimentar alguém? Como foi essa experiência? Por que frequentemente tomamos esse tipo de choque?

Questão 8: Você já ouviu alguns “estalinhos” ao tirar a roupa? Por que isso ocorre?

Questão 9: Você já observou caminhões que transportam combustíveis arrastando uma corrente metálica pelo chão? Qual a finalidade desse procedimento?

É fundamental ao final da aula o professor fazer um apanhado das respostas dos grupos, sistematizando-as para a turma. Isso ajudará os alunos a tomarem consciência dos seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo trabalhado nessa primeira aula.

Acreditamos que esses questionamentos têm potencial para gerar discussões em torno dos conhecimentos prévios dos alunos sobre os conceitos e processos envolvidos nos choques eletrostáticos, frequentemente vivenciados no nosso cotidiano, possibilitando ao professor avançar no Módulo 02 para o segundo momento pedagógico.

3.2 MÓDULO 02 – ENTENDENDO A ELETRIZAÇÃO POR ATRITO – PARTE 1

O módulo 2 consiste na aplicação do 2º momento pedagógico, onde será feito “[...] o estudo sistemático dos conhecimentos envolvidos no tema e na problematização inicial. Isto é, são estudados os conhecimentos científicos necessários para a melhor compreensão dos temas e das situações significativas” (Gehlen; Maldaner; Delizoicov, 2012, p.08).

Nessa perspectiva, propomos aqui atividades que visam levar os alunos a perceberem a existência de outras visões e explicações para as situações e fenômenos problematizados no módulo 01. Elas devem permitir que os alunos comparem o conhecimento científico com o seu próprio conhecimento intuitivo e utilizem esse conhecimento para melhor interpretar aqueles fenômenos e situações.

Embora seja necessário expor conceitos, propriedades, relações, leis, etc., nessa etapa de organização do conhecimento, é importante que o professor não seja demasiadamente transmissivo. As atividades propostas foram pensadas para que, por meio do processo dialógico iniciado no 1º Momento Pedagógico, os alunos continuem ativos durante o processo de construção do conhecimento.

Atividade IV: O gato arrepiado

Gatos gostam de se esfregar nas pernas das pessoas, mas esse carinho interesseiro pode lhe causar sensações estranhas. A esse respeito, proponha que os alunos respondam em pequenos grupos (3 a 5 alunos) as seguintes questões:

Questão 10: Observe a tirinha da Figura 1 e descreva o que acontece com o Garfield.

Figura 1 - Tirinha Garfield sobre processo de eletrização por atrito.¹



DAVIS, J. Disponível em: <http://garfield.com>. Acesso em: 10 fev. 2015.

Questão 11: Explique por que os pelos do Garfield ficaram arrepiados após ele se esfregar na calça da pessoa?

Reserve um tempo para que os grupos discutam e registrem suas opiniões. Em seguida, solicite que cada grupo compartilhe suas opiniões e como chegaram às respostas. Nesse momento, é importante incentivar o debate entre os grupos, permitindo que observem e avaliem se há concordância ou divergência nas respostas apresentadas.

¹ Retirado de: ENEM 2020. Disponível em:

https://download.inep.gov.br/enem/provas_e_gabaritos/2020_PV_impreso_D2_CD5.pdf. Acesso em 26 mar. 2024.

Atividade V: Balões eletrostáticos (experimento virtual)²

Essa atividade pode contribuir para o entendimento do fenômeno da eletrização por atrito e os princípios da atração e repulsão de cargas elétricas e da conservação da carga elétrica. Para isso, propomos que seja explorado a simulação “Balões e Eletricidade Estática”³, mostrada na Figura 2 e disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_all.html?locale=pt_BR. A atividade pode ser realizada individualmente ou em pequenos grupos, a depender da quantidade de computadores disponíveis na escola.

Figura 2 - Tela inicial da simulação “Balões e Eletricidade Estática”.



Fonte: PhET Colorado, 2023.

A ideia dessa simulação (figura 2) é que ao explorá-la os estudantes compreendam como ocorre a eletrização por atrito. Para tanto, sugira o seguinte roteiro para eles:

² Atividade adaptada da aula “Eletrização por atrito”, publicada no Portal do Professor. Disponível em: http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?request_locale=pt_BR&aula=20183. Acesso em: 12 jul. 2024.

³ A simulação “Balões e Eletricidade Estática” foi desenvolvida pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET) da Universidade do Colorado e disponibilizada gratuitamente, na plataforma https://phet.colorado.edu/pt_BR/.

Roteiro Experimental

a) Para iniciar a atividade assinalem na simulação a opção “*Ocultar todas as cargas*”.

b) Clicando no balão, mude sua posição na tela. Perceba que ele fica sempre em equilíbrio estático na posição que é colocado. Isso indica que ele está eletricamente neutro. (É importante comentar com os alunos que o objetivo dessa simulação é investigar apenas os efeitos elétricos sobre os objetos presentes na tela, por isso a ação gravitacional e a influência do ar sobre eles são desconsideradas. Trata-se de uma idealização.)

c) Agora esfregue o balão na blusa de lã e aproxime-o da parede. Anote o que você observa.

d) Em seguida, aproxime o balão da blusa de lã. Anote o que você observa.

e) Clique no botão laranja com uma seta no sentido anti-horário, localizado no canto inferior direito da tela, para reiniciar tudo e assinale apenas a opção “*Mostrar todas as cargas*”. Observe que agora são representadas nos objetos da simulação (blusa, balão e parede) suas respectivas cargas elétricas: as negativas na cor azul e as positivas na cor vermelha. Note também que a quantidade total de cargas negativas nesses objetos é igual à quantidade total de cargas positivas, ou seja, todos eles se encontram neutros. (Comente com a turma que os sinais de menos (-) e mais (+), que aparecem nas figuras da simulação, é apenas uma representação das cargas elétricas e são utilizadas somente para facilitar a compreensão do fenômeno.)

f) Agora, esfregue o balão na blusa de lã e responda:

- Eles continuam neutros ou foram eletrizados?
- Se foram eletrizados, tente explicar como isso aconteceu.
- Ao atritar o balão na blusa, ocorreu troca de prótons ou elétrons entre eles?
- Depois de serem esfregados, os dois corpos ficam eletrizados com cargas de mesmo sinal ou de sinais opostos?

- Se o balão e a blusa ficaram eletrizados com cargas diferentes, qual deles ficou com mais cargas positivas (excesso de prótons) e qual ficou com mais cargas negativas (excesso de elétrons)?
- Pelo que você observou ao esfregar o balão na blusa, a quantidade total de cargas dos dois corpos juntos se modificou ou se conservou após o atrito?
 - g) Clique e arraste o balão até uma posição intermediária entre a blusa e a parede. O que acontece com o balão? Ele se aproxima ou se afasta da blusa?
 - h) Agora, encoste o balão na parede. O balão ficou grudado na parede? O que aconteceu com as cargas elétricas da parede? Explique.
 - i) Clique novamente no botão laranja com uma seta no sentido anti-horário para reiniciar tudo e assinale a opção “Dois balões”, localizado no centro inferior da tela. Em seguida, esfregue o balão amarelo na blusa de lã e encoste-o na parede. Depois, esfregue o balão verde na blusa. Note que os dois balões ficarão eletrizados com cargas elétricas de mesmo sinal.
 - j) Agora, aproxime o balão azul do balão amarelo. Eles se atraem ou se repelem?
 - k) Com base nas observações realizadas nos itens anteriores, responda:

Questão 12: Corpos eletrizados com cargas de mesmo nome (sinal) se atraem ou se repelem?

Questão 13: Corpos eletrizados com cargas de nomes (sinais) contrários se atraem ou se repelem?

Questão 14: Quando um corpo eletrizado (positivamente ou negativamente) é aproximado de um outro corpo neutro eles podem se atrair? E se repelir? Procure justificar sua resposta.

Questão 15: O que significa dizer que a carga elétrica total é conservada?

Ao final dessa atividade, discuta as conclusões da turma, comparando com as respostas dadas anteriormente.

Explane para os alunos que durante o atrito de dois objetos constituídos de substâncias diferentes (plástico e papel, por exemplo), ambos se eletrizam devido à interação entre os

átomos desses materiais. Nessa interação um objeto acaba cedendo elétrons para o outro. Aquele que perde elétrons fica eletrizado positivamente e o que ganha elétrons fica eletrizado negativamente. Reforce que nesse processo de eletrização somente os elétrons podem ser trocados, pois os prótons estão fortemente aprisionados no núcleo do átomo, devido a interação nuclear forte que é muito superior à repulsão eletrostática entre eles.

Explique também que a eletrização por atrito entre dois corpos só ocorre se eles apresentarem diferentes tendências para reter ou ceder elétrons. Assim, é difícil eletrizar por atrito dois objetos feitos do mesmo material (dois bastões do mesmo tipo de vidro, por exemplo). Explore a *série triboelétrica* com os alunos e discuta os diferentes comportamentos dos materiais condutores e isolantes elétricos.

Reforce que partículas ou corpos eletrizados com cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e com cargas de sinais contrários se atraem (princípio da atração e repulsão de cargas elétricas).

Por fim, é importante explicar aos alunos que, nesse processo de eletrização, o par de corpos atritados possui, em módulo, a mesma quantidade de carga elétrica. Isso ocorre porque o próton e o elétron têm valores absolutos iguais de carga elétrica (carga elementar).

3.3 MÓDULO 03 – ENTENDENDO A ELETRIZAÇÃO POR ATRITO – PARTE 2

O professor pode iniciar o terceiro módulo continuando a sistematização referente a atividade virtual feita na aula anterior, para isso discuta os processos de eletrização por contato e indução, explicitando as diferenças entre eles. Para auxiliar na explanação o professor pode se valer de imagens, vídeos, simulações e até mesmo experimentos de baixo custo, como um pêndulo eletrostático e um eletroscópio de folhas, por exemplo. Sugestões para a construção desses experimentos são facilmente encontradas na internet.

Ainda no processo de organização do conhecimento, propomos agora uma atividade para discutir como ocorrem os choques eletrostáticos e por que eles são mais frequentes em dias secos. Não podemos perder de vista que é fundamental conduzir esse momento de modo que os alunos sintam necessidade em buscar respostas, pois entendemos que parte da tarefa do professor é oferecer aos alunos recursos para associar os conhecimentos adquiridos em aula com situações do seu cotidiano.

[...] o papel do professor consiste em desenvolver diversas atividades para capacitar os alunos a utilizarem os conhecimentos científicos explorados na organização do conhecimento, com a perspectiva de formá-los para articular constantemente a

conceituação científica com situações que fazem parte de sua vivência (Geheln; Maldaner; Delizoicov, 2012, p. 12).

Atividade VI: Os choques eletrostáticos no cotidiano.

É comum sermos surpreendidos com um choque eletrostático ao entrarmos num carro, ao cumprimentarmos alguém ou até mesmo ao encostarmos em algum objeto. A esse respeito, proponha para os alunos a leitura do texto “*Por que tomamos choque ao tocar em objetos ou pessoas?*” (Biernath, 2023). Após a leitura, em pequenos grupos (3 a 5 alunos), os alunos devem realizar as seguintes tarefas:

Leia atentamente a tira do gato preguiçoso Garfield na Figura 3 e responda às questões 16 e 17.

Questão 16: Qual a relação entre o atrito do Garfield com o carpete de lã e os choques experimentados pelo seu dono John e seu amigo cachorro Odie, ao serem tocados, respectivamente, por ele?

Questão 17: De acordo com a tirinha, o Garfield não sofre o choque ao tocar no John e no Odie, respectivamente. Você concorda com isso? Explique.

Figura 3: Tirinha Garfield sobre choques eletrostáticos.⁴



Fonte: Folha de São Paulo.

⁴ Retirado de: EXERCÍCIOS WEB. Disponível em: <https://exerciciosweb.com.br/fisica/exercicios-de-fisica-sobre-eletrizacao/>. Acesso em: 26 mar. 2024.

Questão 18: Em um dia muito seco, duas crianças estavam sentadas no chão cortando e amarrando saquinhos plásticos para fazer a rabiola de uma pipa. Uma delas ao se levantar encostou na outra e ambas sentiram um choque. O que pode ter acontecido para que o choque ocorresse?

Questão 19: Por que os choques eletrostáticos são mais frequentes no inverno? Explique.

Deixe um tempo para que os alunos, nos pequenos grupos, discutam e registrem suas opiniões. Depois, solicite que cada grupo compartilhe suas opiniões e como chegaram às respostas. É importante que o professor conduza a apresentação dos grupos confrontando suas respostas, para que eles possam perceber as concordâncias e as divergências que surgem nas suas explicações.

Em seguida, sistematize as conclusões dos grupos, comparando com as respostas dadas anteriormente. Isso ajudará os alunos na compreensão das situações apresentadas na problematização inicial.

Retome o processo de eletrização por atrito, explicando que a fricção do nosso corpo com a roupa que usamos ou dos nossos pés com o piso de carpete ou outro material isolante, por exemplo, promove a troca de cargas elétricas (elétrons) entre eles, deixando-os eletrizados.

Nessa condição, ao tocarmos num objeto condutor elétrico, como a maçaneta da porta, o excedente de elétrons é descarregado. Como essa descarga é muito rápida, sentimos o choque. É importante destacar que o material que recebeu aquela carga (como a maçaneta, por exemplo) não fica eletrizado, pois o excesso de partículas é distribuído por uma massa muito maior ou acaba aterrada.

Explique sobre o fato desse fenômeno ser mais frequente no inverno, onde os dias são mais secos. A pouca umidade no ar dificulta a troca contínua de partículas, o que faz um corpo acumular mais cargas por um tempo maior. Em dias de elevada umidade do ar, as cargas acumuladas em um corpo são rapidamente descarregadas, neutralizando-o.

Comente que apesar do incômodo que o choque eletrostático provoca, ele não oferece risco à nossa vida, pois a carga elétrica acumulada é relativamente baixa e é neutralizada rapidamente, sem passar pelos órgãos vitais.

3.4 MÓDULO 04 – EVITANDO CHOQUES ELETROSTÁTICOS

O propósito deste momento é a aplicação do conhecimento científico que vêm sendo incorporado pelos alunos nos módulos anteriores, de forma a analisar e interpretar tanto as situações da problematização inicial (1º momento pedagógico) como em outras situações do cotidiano. Assim, os alunos poderão ter uma nova visão sobre as situações abordadas inicialmente e resolver novos problemas que podem ser compreendidos pelo mesmo conhecimento. Conforme Delizoicov; Angotti; Pernambuco (2007, p. 202):

A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução, ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas ou resolver qualquer outro problema típico dos livros-textos.

Nesse sentido, proponha aos alunos que realizem as seguintes atividades:

Atividade VII: Retomando as situações da problematização inicial.

Questão 20: Esfregue uma régua de plástico num pedaço de flanela ou de papel higiênico. Em seguida, aproxime-a de um filete de água que sai constantemente de uma torneira. Observe que o filete de água é desviado. Explique por que isso acontece.

Questão 21: Um técnico precisa fazer a manutenção da placa interna de um *smartphone*, mas antes de começar esse trabalho ele tira os sapatos e pisa descalço no chão. Discuta se o procedimento adotado pelo técnico faz sentido.

Questão 22: Se um médico não usa o tipo adequado de calçado durante uma cirurgia, a vida do paciente pode ficar comprometida. (a) Que perigo existe nessa situação? (b) Por que o perigo diminui nos dias com elevada umidade do ar? (Walker, 2012)

Questão 23: As impressoras a laser são um dos tipos mais comuns de impressoras utilizadas atualmente. Elas são rápidas, precisas e produzem imagens de alta qualidade. Seu funcionamento é baseado em processos eletrostáticos, que permitem a criação de uma imagem latente no papel que é posteriormente fixada por meio de calor. Faça uma pesquisa e elabore um cartaz explicativo do funcionamento deste equipamento. Exponha seu cartaz no mural da escola e apresente seu trabalho para outros alunos.

Atividade VIII: Divulgando conhecimento.

Questão 24: Em pequenos grupos, elaborem um panfleto (físico ou digital) intitulado “Como evitar choques eletrostáticos”.

Considerando que esse momento é de aplicação do conhecimento, e que “É o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que precisa ser explorado” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2007, p. 202), propomos como atividade de encerramento que os alunos, em pequenos grupos, produzam um panfleto, físico ou digital, intitulado “Como evitar choques eletrostáticos”. A depender do tempo disponível em sala de aula, essa atividade pode ser realizada extraclasse e apresentada para toda a turma na próxima aula. Também é possível divulgá-lo em mídias sociais e para a comunidade do entorno da unidade escolar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma aprendizagem efetiva e significativa de Física pode ser favorecida quando os conteúdos abordados em sala de aula se conectam à realidade dos alunos e quando seus conhecimentos prévios são reconhecidos para que, por meio de um processo dialógico, mediado pelo professor, os alunos possam ir gradualmente incorporando os conhecimentos científicos sobre os fenômenos estudados.

Neste trabalho, apresentamos uma SD, fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos do processo de aprendizagem de Delizoicov e Angotti (1988), para explorar as propriedades elétricas da matéria e os processos de eletrização. Intitulada “*Choques eletrostáticos no cotidiano*”, ela contém quatro módulos temáticos, sendo no primeiro módulo explorado o 1º momento pedagógico (problematização inicial), os segundo e terceiro módulos foram reservados para o 2º Momento Pedagógico (organização do conhecimento) e o quarto módulo dedicado ao 3º Momento Pedagógico (aplicação do conhecimento).

Nesta SD procuramos propor atividades e situações de aprendizagem que exploram diferentes recursos e estratégias didáticas com característica cativante, relacionadas à realidade e com potencial para estimular o diálogo e a cooperação, de modo a favorecer tanto o protagonismo dos alunos como a ação mediadora do professor no processo de construção do conhecimento.

Embora a aplicação desta proposta em um contexto real de sala de aula tenha ficado para um momento posterior, quando poderemos coletar dados para uma avaliação da efetividade desta proposta, esperamos que este trabalho possa subsidiar e inspirar outros professores no planejamento de aulas que ressignifiquem o papel do professor, dos alunos e das situações de aprendizagem, de modo a favorecer uma aprendizagem que seja útil não apenas durante a vida escolar das crianças e jovens, mas também para que compreendam o mundo ao seu redor e participem ativa e criticamente na solução de problemas da nossa sociedade que demandem conhecimento científico.

Referências

- BIERNATH, André. Por que tomamos choque ao tocar em objetos ou pessoas? **BBC News Brasil**, 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c971l7e87ydo#:~:text=O%20fen%C3%B4meno%20se%20torna%20mais,excedente%20de%20el%C3%A9trons%20aos%20poucos>. Acesso em 15 nov. 2023.
- BONADIMAN, Hélio. NONENMACHER, Sandra. Elisabet. Bazana. O gostar e o aprender no Ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1087/843>. Acesso em: 29 maio. 2025.
- DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José André Péres. **Física**. São Paulo: Cortez. 1988. 181 p. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002662.pdf>. Acesso em: 29 maio 2023.
- DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José André Péres. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez. 1990. 207 p.
- DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José André. PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez. 2007. 364 p.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 17. ed., 1987. 218 p.
- GEHLEN, Simoni Tormohlen. MALDANER, Otavio, Aloisio. DELIZOICOV, Demétrio. Momentos pedagógicos e as etapas da situação de estudo: complementaridades e contribuições para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/ciedu/v18n01/v18n01a01.pdf>. Acesso em: 27 maio 2023.
- MOREIRA, Marco Antonio. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, São Paulo, Brasil, v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018. Disponível em: <https://revistas.usp.br/eav/article/view/152679>. Acesso em: 29 maio. 2025.

MUENCHEN, Cristiane. DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/y3QT786pHBdGzxcSrtHTb9c/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 04 set. 2023.

SASSERON, Lúcia Helena. MACHADO, Vitor Fabrício. **Alfabetização Científica na Prática: Inovando a Forma de Ensinar Física**. 1 ed. São Paulo. Livraria da Física. 2017. 110 p.

WALKER, Jearl. **O circo voador da física**. Tradução: Claudio Coutinho de Biasi. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 338 p.

ZABALA, A. **A prática educativa: Como ensinar**. Porto Alegre. ArtMed. 1998. 53 p.