

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

GUILHERME ALMEIDA DE SOUZA PEREIRA

**SALA DE AULA INVERTIDA, AULAS REMOTAS E AVALIAÇÕES
ATRAVÉS DE EXPLICAÇÕES EM VÍDEOS: O USO DE
PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DOS PROCESSOS DE
ELETRIZAÇÃO**

**ALFENAS
2021**

GUILHERME ALMEIDA DE SOUZA PEREIRA

**SALA DE AULA INVERTIDA, AULAS REMOTAS E AVALIAÇÕES
ATRAVÉS DE EXPLICAÇÕES EM VÍDEOS: O USO DE
PRÁTICAS EXPERIMENTAIS NO ENSINO DOS PROCESSOS DE
ELETRIZAÇÃO**

Produto educacional apresentado como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal de Alfenas

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Pinto
Coorientador: Prof. Dr. Luciano Soares Pedroso

ALFENAS

2021

Resumo

Apresentamos, neste trabalho, os produtos educacionais desenvolvidos durante a realização do Mestrado em Ensino de Física ofertado pelo polo – 28 do Mestrado Nacional profissional em ensino de Física na Universidade Federal de Alfenas, o trabalho foi pautado na experimentação como estratégia de ensino dos fenômenos físicos relacionados com a eletrização eletrostática. A utilização a Sala de Aula Invertida (SAI) associada à implementação de Práticas Experimentais na forma remota exigiu um replanejamento da proposta de ensino onde foi necessária a elaboração de videoaulas e tutoriais em vídeos. As aulas remotas aconteceram através do Meet. Esta forma de intervenção pedagógica propiciou alguns legados tais como artigos publicados em capítulos de livro e elaboração de produtos educacionais. Os produtos educacionais imediatos foram as videoaulas, os tutoriais em vídeos e uma proposta de um kit experimental de baixo custo. Ainda tivemos produtos educacionais associados à metodologia de ensino e de avaliação. No ensino utilizando a realização de práticas experimentais na forma remota e na avaliação implementando a avaliação em vídeos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. OS PRODUTOS	6
2.1 – AS VIDEOAULAS	6
2.1.1 – Aula 1 - Um breve apanhado histórico da eletrostática.	7
2.1.2 – Aula 2 - O Modelo Atômico.	8
2.1.3 - Aula 3 - Eletrização por atrito e eletrização por contato.	9
2.1.4 - Aula 04 - Eletrização por indução.	10
2.1.5 - Aula 05 - Força elétrica.	11
2.1.6 – Aula 06 – Polarização	12
2.2 – O KIT EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO	13
2.2.1 O Coulomboscópio	13
2.2.2 O eletróforo de Volta.	16
2.2.3 Os demais componentes.	19
2.3 OS TUTORIAIS EM VÍDEOS	18
2.3.1 Experimento 1	19
2.3.2 Experimento 2	21
2.3.3 Experimento 3	23
2.3.4 Experimento 4	25
3 – PROPOSTA DE APLICAÇÃO	26
4- PROPOSTA DE AVALIAÇÃO	27
5- REFERÊNCIAS	29
Apêndice	31
1 – Videoaulas	31
2 – Tutoriais em vídeos	32

1 - INTRODUÇÃO

A Eletrostática é uma área da Física que teve sua origem baseada nas observações, seu desenvolvimento sempre esteve relacionado com a experimentação. As abordagens tradicionais utilizadas no Ensino Médio (EM) das escolas brasileiras, em sua grande maioria, não apresentam este caráter. Seja por falta de tempo, condições, ou aparatos experimentais (ANDRADE; MASSABNI, 2011), as aulas são majoritariamente expositivas, o que torna o conteúdo um tanto quanto abstrato.

Procuramos então, desenvolver produtos com o objetivo de auxiliar os professores de Física do EM a superar algumas barreiras e fazer do ensino dos processos de eletrização algo mais concreto. Para tanto desenvolvemos videoaulas com a exposição do conteúdo teórico, tutoriais em vídeos e um kit experimental de baixo custo para realização de alguns experimentos. Para solucionar o problema do tempo gasto pela experimentação propomos o uso da Sala de Aula invertida (SAI), onde os alunos assistem o conteúdo teórico fora do horário de aula e realizam os experimentos em sala assistido pelo professor.

Neste trabalho iremos descrever o processo didático proposto, bem como explicitar a construção e a utilização dos produtos.

2 – OS PRODUTOS

Nesta seção descreveremos os produtos aqui propostos, seus objetivos e suas montagens.

2.1 – AS VIDEOAULAS.

As videoaulas foram gravadas utilizando o aplicativo para smartphone denominado XRecorder, este aplicativo é gratuito e pode ser baixado na Play Store. Foram montadas apresentações em PowerPoint e apresentadas juntamente com a explicação do professor através da gravação da tela do smartphone.

São seis videoaulas que versam sobre: a história da eletrostática, carga elétrica e os processos de eletrização, indução e polarização.

Descreveremos na sequência cada uma das aulas e posteriormente deixaremos o link para visualização e utilização dela através do Youtube.

2.1.1 – Aula 1 - Um breve apanhado histórico da eletrostática.

Objetivo geral: Mostrar as origens dos estudos da eletrostática.

Objetivo específico: Relacionar o conteúdo a ser estudado com a observação e com a experimentação.

Nesta aula, fizemos um resumo histórico do desenvolvimento da eletrostática, ressaltando os principais nomes e suas contribuições.



Figura 1: Aula 01 - O começo da história.
Fonte: o autor

Disponível em: <https://youtu.be/ut4cLuhYBJ4>

2.1.2 – Aula 2 - O Modelo Atômico.

Objetivo geral: Introduzir os conceitos de modelo atômico e carga elétrica.

Objetivos específicos: Apresentar o modelo atômico de Sommerfeld; explicar a diferença de um corpo eletrizado para um corpo neutro e introduzir o conceito de corpos eletricamente carregados.

Nesta aula abordamos questões relacionadas ao átomo, descrevemos o modelo atômico de Sommerfeld, que é adequado para a explicação dos fenômenos eletrostáticos estudados no ensino médio. Explicamos também o que é a carga elétrica fundamental e qual a diferença de um corpo eletrizado para um corpo neutro.

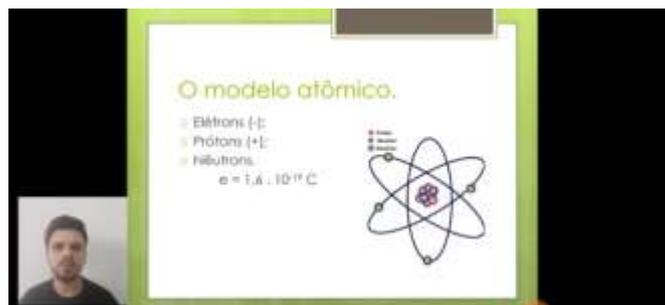


Figura 2 - Aula 2 - O modelo atômico
Fonte: o autor

Disponível em: <https://youtu.be/XSqY3tjQzF4>

2.1.3 - Aula 3 - Eletrização por atrito e eletrização por contato.

Objetivo geral: Caracterizar a eletrização como um processo de transferência de elétrons entre corpos.

Objetivos específicos: explicar o processo de eletrização por atrito; explicar o processo de eletrização por contato.

Na terceira videoaula, falamos sobre eletrização, explicamos que eletrizar um corpo é promover um desequilíbrio entre as cargas, ou seja, fazer com que o corpo passe a ter um excesso de prótons ou de elétrons. Explicamos também dois tipos de eletrização: a eletrização por atrito e a eletrização por contato.



Figura 3 - Aula 03 - Eletrização por atrito e eletrização por contato
Fonte: o autor

Disponível em: <https://youtu.be/hGvyU3rHGdY>

2.1.4 - Aula 04 - Eletrização por indução.

Objetivo geral: explicar sobre o processo de eletrização por indução.

Objetivo específico: explicar a separação de cargas elétricas provocada pela indução.

Na aula de número quatro tratamos do processo de eletrização por indução eletrostática, encerrando assim as explicações dos três principais processos de eletrização abordados no ensino médio.

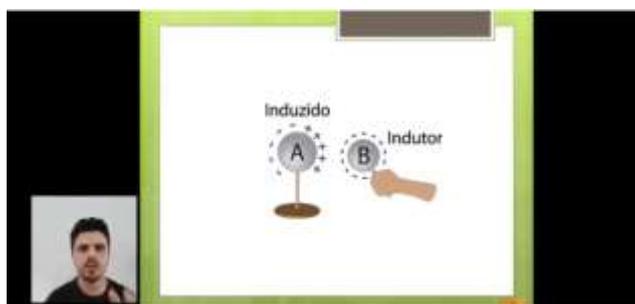


Figura 4 - Aula 04: Eletrização por indução.
Fonte: o autor.

Disponível em: <https://youtu.be/zE1YxLCxK2k>

2.1.5 - Aula 05 - Força elétrica.

Objetivo geral: apresentar as características da força elétrica.

Objetivo específico: explicar qualitativamente a relação da força elétrica com o módulo das cargas e a distância entre elas.

Nesta aula apresentamos o conceito de força elétrica, sua proporcionalidade direta com as cargas e proporcionalidade inversa com o quadrado da distância entre elas. Abordamos com um viés predominantemente qualitativo a Lei de Coulomb.

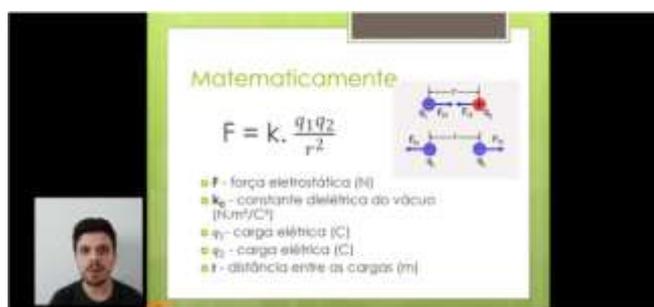


Figura 5 - Aula 05 - Força elétrica.

Fonte: o autor

Disponível em: <https://youtu.be/1d5joxGnJhw>

2.1.6 – Aula 06 – Polarização

Objetivo geral: Explicar o conceito de polarização

Objetivo específico: Mostrar a diferença da indução que ocorre em condutores elétricos e a polarização que ocorre em dielétricos

Esta aula apresenta o conceito de polarização em um dielétrico.

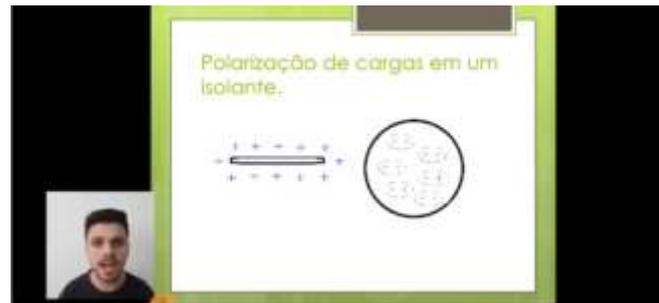


Figura 6 - Aula 06 – Polarização
Fonte: o autor

Disponível em: <https://youtu.be/V2D1Z5qYS6k>

2.2 O KIT EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO

O kit experimental desenvolvido para este trabalho é composto de: 1 Coulomboscópio, 1 Eletróforo de Volta, 1 Novelo de lã, 1 Placa de PVC, 1 Lata de refrigerante, 2 Canudos, 10 Folhas de papel toalha, 1 pedaço de papel alumínio (sugestão 5x5cm) e 2 bolas de soprar.

2.2.1 O Coulomboscópio

O Coulomboscópio é caracterizado *“por ser um instrumento utilizado para indicar a presença do campo elétrico e o sinal da carga elétrica que se encontra em excesso em corpos eletrizados por atrito, contato ou indução.”* (PEDROSO; PEDROSO; COSTA, 2017). Este equipamento pode ser utilizado nas aulas de Física para demonstração do funcionamento da série triboelétrica, da Lei de Coulomb, bem como nas aulas de Química para estudar uma reação de eletrólise. (PEDROSO; PEDROSO; COSTA, 2017).

A construção do Coulomboscópio sugerido neste trabalho (CBC) é bastante simples, sendo necessários os materiais mostrados na figura – 07, ou seja, um MOSFET FDS 8958A (transistores de efeito de campo que, diferentemente de transistores comuns, funcionam como um comutador controlado por tensão). que será usado como uma chave, sendo responsável por caracterizar a interação entre o campo elétrico do objeto eletrizado e os LEDs, cabos de fios para se efetuar as conexões, um LED vermelho e um LED verde para indicação de campo elétrico positivo ou campo elétrico negativo, duas pilhas de 1,5 V, dois resistores de 100 Ω e dois botões do tipo *push botton*.

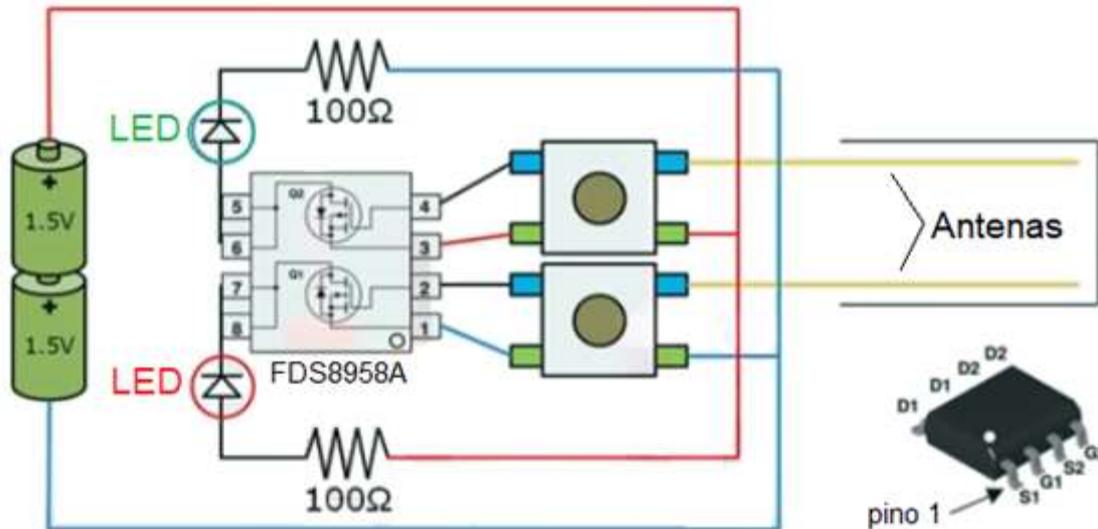


Figura 7: Circuito do Coulomboscópio
Fonte: o autor

Para este trabalho foi construído uma placa de circuito impresso com a finalidade de tornar o aparato ainda mais fácil de manipular pelos estudantes, conforme a figura - 08.

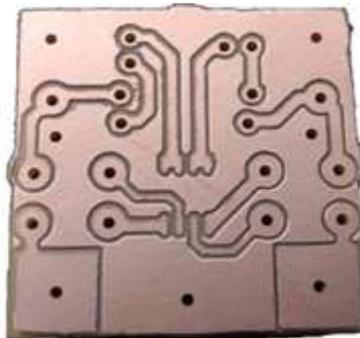


Figura 08: Placa do circuito do Coulomboscópio
Fonte: o autor.

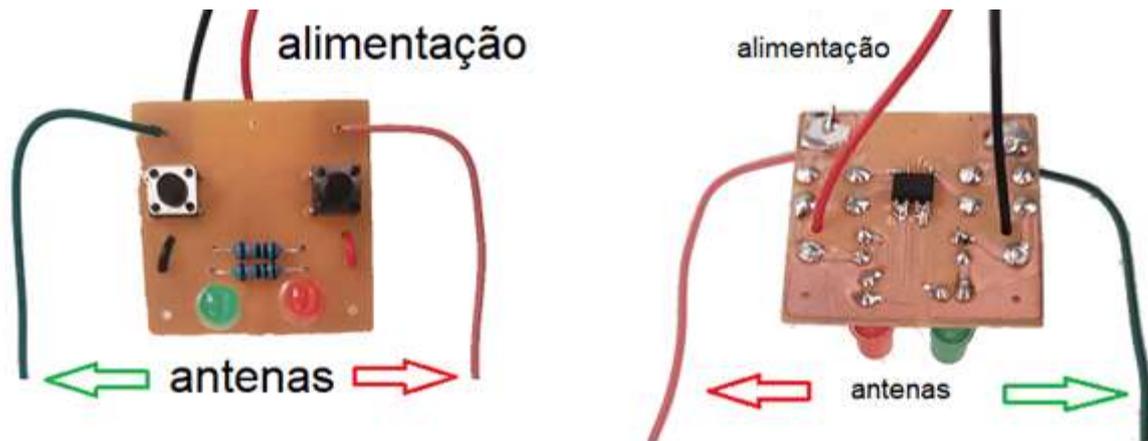


Figura 9: Montagem do Coulomboscópio

Fonte: o autor.

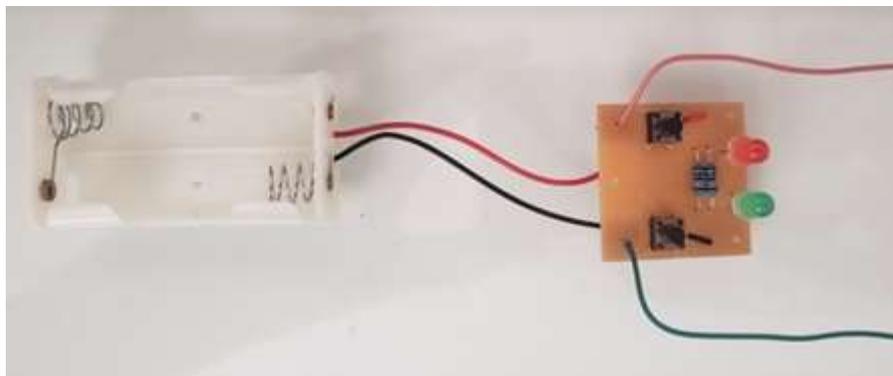


Figura 10: Montagem do Coulomboscópio

Fonte: o autor.

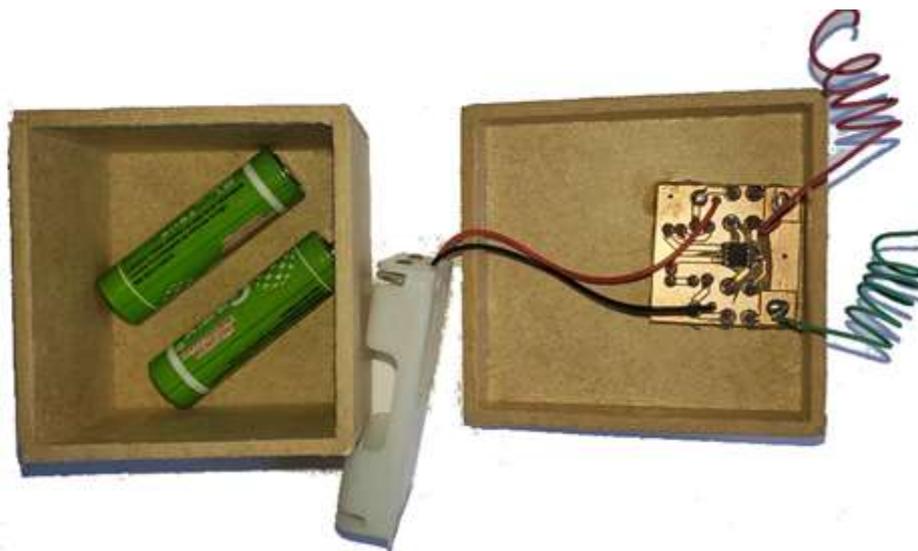


Figura 11: Montagem do Coulomboscópio na caixa.

Fonte: o autor.

Para a proteção do circuito Porta-Fonte podemos associar dois diodos Zener (15V) em série e o conjunto em paralelo com os terminais. Outra possível opção a ser avaliada é a inserção de uma resistência de alto valor entre a porta e antena.

Um vídeo com o funcionamento do Coulomboscópio está disponível em: <https://youtu.be/kv0c3zJB4-o>

2.2.2 O eletróforo de Volta.

Eletróforo é o nome dado ao equipamento construído por Alessandro Volta (1745-1827) no ano de 1769, quando tentava compreender qual era a natureza das forças elétricas. O Eletróforo de Volta era formado por duas peças, uma placa chamada de “bolo” que era coberta por uma resina e uma peça de metal presa a um suporte isolante de modo que esta pudesse ser suspensa sem que o observador entrasse em contato com o metal.

Nosso Eletróforo de Volta foi feito com uma forma de pizza de 35cm de diâmetro, que foi colada com cola quente a um pedaço de 10 cm de cano de PVC. A parte inferior consiste em uma placa feita de forro de PVC, com dimensões de 50cm x 40cm.



Figura 12 - Eletróforo de Volta de baixo custo.

Fonte: o autor.

2.2.3 Os demais componentes.

Os demais componentes utilizados no kit podem ser facilmente encontrados no comércio já na forma em que serão utilizados.

2.3 OS TUTORIAIS EM VÍDEOS

Propomos aqui tutoriais explicando aos estudantes o passo a passo para a realização dos experimentos, esse formato foi escolhido por acreditarmos ser uma opção melhor do que os roteiros experimentais escritos, comumente utilizados na experimentação científica.

Os tutoriais de cada experimento basicamente foram divididos em duas partes, em um primeiro momento os estudantes viam o passo a passo, porém não viam o experimento sendo concluído. Desta forma o estudante, ao realizar o experimento não sabia exatamente o que iria acontecer.

Na segunda parte dos tutoriais em vídeos, realizamos o experimento de fato, mostrando assim o resultado que posteriormente foi mostrado aos estudantes para que os mesmos pudessem realizar uma comparação com o resultado que haviam obtido.

2.3.1 Experimento 1

Objetivo geral: Evidenciar os processos de eletrização por atrito, contato e indução e o conceito de polarização.

Objetivo específico: Desenvolver junto aos alunos habilidades para com os equipamentos experimentais.

Materiais necessários: placa de PVC, novelo de lã, Eletróforo de Volta, canudo de plástico e um pedaço de papel alumínio.



Figura 12 - Materiais utilizados no experimento 1
Fonte: o autor

Utilizamos uma régua que não faz parte do kit, porém a mesma pode ser substituída por qualquer outro material que o aluno tenha em casa e se encaixe na mesma função.

Orientação dada no tutorial

Primeiramente deve-se montar o pêndulo que será utilizado, para tanto se prende o canudo na ponta de uma linha (ou de um pedaço da lã que integra o kit) e fixa a outra extremidade da linha em alguma superfície alta, de modo que este fique pendurado. Encapa-se então uma extremidade do canudo com o papel alumínio, e deixa-se a outra extremidade da forma que se encontra.

A lã deve ser atritada contra a placa de PVC, de modo que ambas fiquem carregadas com cargas de sinais opostas, posteriormente o eletróforo de Volta deve ser posicionado sobre a placa de PVC, após um pequeno intervalo de tempo coloca-se a mão sobre a superfície superior do eletróforo, neste momento é possível sentir um choque de intensidade leve. Com o eletróforo devidamente eletrizado, deve-se aproximá-lo primeiramente da parte do canudo que está sem o papel alumínio, o canudo será atraído (devido à polarização) e ficará junto ao eletróforo. No segundo momento aproxima-se o eletróforo da parte do canudo que está com o papel alumínio, o mesmo será atraído, agora por indução e ao entrar em contato com o eletróforo de Volta será eletrizado com carga do mesmo sinal do eletróforo. Após a eletrização por contato, aproxima-se novamente o eletróforo da região do canudo que está com o papel alumínio, e agora eles serão repelidos por terem ambos, cargas de mesmo sinal.

Avaliação

Espera-se que o aluno compreenda e posteriormente saiba explicar os conceitos envolvidos no experimento. Uma explicação consistente deve falar sobre:

- a eletrização por atrito entre a lã e a placa; (1 ponto)
- o processo de indução ocorrido no eletróforo de Volta; (2 pontos)
- a eletrização por indução do eletróforo; (2 pontos)
- a polarização da parte do canudo que está sem o papel alumínio e sua devida atração; (1 ponto)
- a indução eletrostática no papel alumínio;(1 ponto)
- a eletrização por contato entre o eletróforo e o papel alumínio; (2 pontos)
- a repulsão que ocorre entre os materiais eletrizados com cargas de mesmo sinal. (1 ponto)

2.3.2 Experimento 2

Objetivo geral: Demonstrar os processos de eletrização por atrito, indução eletrostática e repulsão elétrica.

Objetivo específico: Diferenciar um bom condutor elétrico de um material dielétrico.

Materiais necessários: uma lata de refrigerante, dois canudos, a placa de pvc (como apoio) e folhas de papel toalha.



Figura 13 - Materiais utilizados no experimento 2
Fonte: o autor.

Orientação dada no tutorial

Este experimento deve ser feito em duas partes, na primeira, atrita-se um canudo de refrigerante com o papel toalha e, posteriormente o aproxima da latinha de refrigerante que se encontra na posição horizontal sobre a placa de PVC, neste momento é possível notar a latinha ser atraída pelo canudinho, fazendo assim com que ela role sobre a placa.

Na segunda parte, posiciona-se a latinha na vertical, e coloca sobre ela, na posição horizontal o canudo que já foi eletrizado na primeira parte, atrita-se então o outro canudo também contra o papel toalha, e então o aproxima do canudo que está sobre a lata. É possível notar assim uma força de repulsão entre os canudos (que estão com cargas de mesmo sinal).

Avaliação

Uma boa explicação deste experimento deve conter:

1ª Parte do experimento

- a explicação sobre a eletrização por atrito entre o papel toalha e o canudo; (2 pontos)
- citar a série triboelétrica; (2 pontos)
- citar e explicar o fenômeno de indução elétrica na lata para justificar a atração entre cargas opostas. (2 pontos)

2ª Parte do experimento

- explicitar que após atritar ambos os canudos com o papel toalha eles se encontram com cargas de mesmo sinal; (2 pontos)
- justificar a repulsão elétrica entre os canudos. (2 pontos)

2.3.3 Experimento 3

Objetivo geral: Ratificar os processos de eletrização por atrito e polarização.

Objetivo específico: Demonstrar a atuação da força elétrica.

Materiais necessários: um pedaço da lã, uma régua, os dois canudos e folhas de papel toalha.



Figura 14 - Materiais utilizados experimento 3.
Fonte: o autor

Orientação dada no tutorial

Os estudantes foram orientados a fazer a montagem de um pêndulo utilizando a régua como suporte, a lã como o cabo do pêndulo e na ponta posiciona-se um canudo na horizontal. Então se eletriza o outro canudo pelo atrito com folhas de papel toalha e aproxima-se do canudo que está pendurado. Ao aproximar do canudo neutro o canudo eletricamente carregado surgirá força de atração entre os canudos provocando o giro do que está pendurado.

Avaliação

Uma boa explicação do experimento três deve:

- elucidar os conceitos de eletrização por atrito entre papel toalha e o canudo; (1 ponto)
- explicar a polarização no canudo que está inicialmente neutro; (1 ponto)

- Explicar a força de atração de um corpo eletricamente carregado para um corpo eletricamente neutro. (3 pontos)

2.3.4 Experimento 4

Objetivo geral: Mostrar o processo de polarização na água.

Objetivo específico: Elucidar a atração elétrica entre um dielétrico eletrizado e uma substância em estado neutro.

Materiais necessários: uma bexiga e uma torneira com vazão de água.



Figura 15 - Materiais utilizados experimento 4.

Fonte: o autor

Orientação dada no tutorial

Os estudantes são orientados a atritar a bexiga contra os cabelos (ou pelo de algum animal) e aproxima a mesma de uma torneira aberta de modo que haja um pequeno filete de água. Será notada neste experimento uma curvatura no filete de água causada pela força elétrica entre a bexiga e o filete de água.

Avaliação

A explicação deste fenômeno consiste em:

- elucidar a eletrização por atrito entre a bexiga e o cabelo; (2,5 pontos)
- justificar a atração da água através do fenômeno da polarização das moléculas de água. (2,5 pontos)

3 – PROPOSTA DE APLICAÇÃO

Uma proposta para a aplicação pedagógica dos produtos aqui desenvolvidos consiste em utilizar a Sala de Aula Invertida (SAI) associada a experimentações na forma remota ou presencial.

Para a aplicação da SAI divide-se a sequência didática em quatro momentos. Na primeira parte devem ser enviadas aos alunos as videoaulas teóricas para que eles assistam fora do horário de aula. No segundo momento, em uma intervenção online ou presencial (dentro do horário de aulas dos alunos) é feita uma discussão sobre os conteúdos e a realização dos experimentos com o professor como mediador. Estes dois momentos, da forma que foram organizados, contemplam a metodologia proposta pela SAI. (BARSEGHIAN, 2011).

Os alunos então realizam a explicação dos fenômenos presentes nos experimentos, na nossa proposta metodológica essa explicação foi realizada através de vídeos gravados pelos próprios alunos e enviados aos professores. As explicações em vídeo são então analisadas de forma que os professores possam perceber possíveis dificuldades procedimentais, conceituais e atitudinais demonstradas pelos alunos. Faz-se então outra intervenção para discutir essa análise e posteriormente pedir aos alunos que gravem novamente as vídeo explicações com as devidas correções.

4- PROPOSTA DE AVALIAÇÃO

Uma possível avaliação da aprendizagem da aplicação aqui proposta se dá através de explicações em vídeo.

O processo avaliativo inicia com a gravação, pelos estudantes, de explicações em vídeo sobre cada um dos experimentos executados. Para cada experimento cada estudante deverá gravar um ou mais vídeos visando:

- a) Mostrar como realizar cada experimento proposto pelo professor.
- b) Explicar o fenômeno físico visualizado no experimento.

Os vídeos são avaliados pelo professor com o objetivo de verificar qual conhecimento construído por cada estudante e o que deve ser abordado com cada um para que se construam uma aprendizagem significativa sobre os fenômenos físicos relacionados à eletrização eletrostática. As explicações são avaliadas sob três aspectos: Realização do experimento, explicação dos fenômenos envolvidos nos experimentos e posicionamento dos estudantes diante dos desafios.

Após a avaliação dos vídeos feitos pelos estudantes, é possível identificar as fragilidades na aprendizagem de cada um e reprogramar a atividade de ensino com o objetivo de buscar uma aprendizagem mais significativa. A identificação dos saberes dos estudantes faculta a elaboração da estratégia de ensino. Após este trabalho de diagnóstico, o professor, através de uma aula presencial ou online (ao vivo), discutirá com os estudantes a execução dos experimentos realizados e a explicação dada por eles para cada experimento.

Diante do diagnóstico das possíveis deficiências na explicação dos fenômenos e visando uma aprendizagem mais significativa tendo em vista que o professor ao assistir a explicação em vídeo passa a ter um conhecimento maior de como o estudante explica o fenômeno. O professor deve planejar e executar uma nova atividade aula visando uma segunda avaliação através de explicação em vídeo com a expectativa de explicações mais adequadas para os fenômenos estudados.

Há ainda a possibilidade de que os estudantes avaliem o processo metodológico aqui proposto.

Para esta avaliação propomos um questionário com respostas múltiplas para ser respondido pelos estudantes. O questionário está disponível neste link: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd1QzGqyTrri8pl-TgcluPJVP4EG2w-maDoj0A_nmwhUcRMnw/viewform

O questionário foi elaborado com questões múltiplas para avaliar a percepção dos estudantes sobre processo metodológico adotado nesta pesquisa. Para fazer o tratamento dos dados deste questionário as respostas foram agrupadas em três níveis. Quando, por exemplo, a questão tratava do grau de dificuldade encontrado pelo estudante, as respostas 1, 2 e 3 ocupariam o grupo denominado **pouca** dificuldade. As respostas 4, 5 e 6 foram agrupadas com **média** dificuldade, enquanto 6, 7 e 8 ficariam no, com muita dificuldade. (BRAGA; RAMOS; PINTO; 2019). O questionário foi aplicado através do Google formulários, onde foi permitido a cada estudante apenas uma única resposta.

5 - REFERÊNCIAS

- ANDERSON GOMES PEIXOTO. O uso de metodologias ativas como ferramenta de potencialização da aprendizagem de diagramas de caso de uso.
- ANDRADE, Marcelo Leandro Feitosa de; MASSABNI, Vânia Galindo. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciênc. educ.* (Bauru), v.17, n.4, p.835-854, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132011000400005&lng=en&nrm=iso>. acesso em 21 outubro. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132011000400005>.
- ARAUJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, June 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172003000200007&lng=en&nrm=iso>. acessado 21 de outubro de 2020.
- ASSIS, A. K. T. Os fundamentos experimentais e históricos da eletricidade. São Paulo: Livraria da Física, 2011.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. *B. Tec. Senac*, Rio de Janeiro, vol. 39, no.2, pg. 448-67, maio/ago. 2013.
- BARSEGHIAN, T. Three trends that define the future of teaching and learning. 2011. Disponível em: <<http://blogs.kqed.org/mindshift/2011/therr-trendsthat-define-the-futur-of-traching-and-learning>> Acesso em 20 out. 2020.
- FERNANDES, D. Avaliar para aprender: fundamentos, práticas e políticas. São Paulo: Editora UNESP, 2009.
- FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. Metodologias inovativas na educação presencial, a distância e corporativa. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.
- FILIPECKI, A. T.; BARROS, S. S. Uma nova estratégia para o laboratório de Física no 2º grau: elaboração de vídeos pelos estudantes. In: ENPEC, ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, II, 1999, Valinhos. Atas... (CD-ROM) Porto Alegre: ABRAPEC, 1999.
- LUCKESI, C. Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições. Cortez Editora, 22a. ed. São Paulo: Cortez Editora, 2012.
- MAURO SÉRGIO TEIXERA ARAUJO; MARIA LUCIA VITAL DOS SANTOS ABIB. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, no. 2, junho, 2003.
- MEDEIROS, Alexandre. As Origens Históricas do Eletroscópio. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v.24, n.3, p.353-361, setembro. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172002000300013&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 21 de outubro 2020.
- MELLO, Vera Lucia Instrumentação para o Ensino de Física III / Vera Lúcia Mello. – São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, CESAD, 2011.
- MORAN, J.M. Mudando a educação com metodologias ativas. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Vol. II. Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

NOBREGA, P. P.; DAVID, P. B.; SILVA, A. S. R. Sala de aula invertida e fatores intervenientes da aprendizagem: experiência em uma Instituição federal de ensino superior com uma turma de alunos de graduação. *Revista Científica de Educação a Distância*, v. 10, n. 18, 2018.

PAVANELO, Elisângela; LIMA, Renan. Sala de Aula Invertida: a análise de uma experiência na disciplina de Cálculo I. *Bolema*, Rio Claro, v. 31, n. 58, p. 739-759, Aug. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-636X2017000200739&lng=en&nrm=iso>. acessado 21 de outubro de 2020. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n58a11>.

PEDROSO, L. S.; PEDROSO, M. L. S.; COSTA; G. A. da. Construção e Validação de um Coulomboscópio de Baixo Custo - CBC. IN: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF, 2017, São Carlos. Anais... São Carlos, 2017. p.1-7.

PEIXOTO, A, G. O Uso de metodologias ativas como ferramenta de potencialização de aprendizagem de diagramas de caso de uso. *Revista Espacios Vol. 40 (Nº 23) Ano 2019*. Pág. 18.

PINTO, K, L DOS S, P; SILVA, A, P, B da; PINTO J, A, F. Entre o planejamento e a execução: desafio de uma abordagem histórica para ensinar eletrostática. *Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.4 2018*

RODITI, I. *Dicionário Houaiss de Física*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.

SILVA, A. A. B; PEDROSO, L. S. e PINTO, J. A. O uso de práticas experimentais na formação de professores em tempos de pandemia: uma proposta de ensino que contempla a construção e utilização do *photogate* para o estudo do movimento. IN. PEIXOTO, R. *Formação inicial e continuada de professores: políticas e desafios*. 1.ed. – Curitiba, PR: Bagai, 2020. Recurso digital. Disponível em: <https://bit.ly/3jE1JIZ>. Acesso em 13 de outubro 2020.

YOUNG, Hugh; FREEDMAN, Roger - *Física III-Eletromagnetismo*. 12ª Edição. Pearson Higher Education, 2010. ISBN: 9788588639348.

ZUCULA, A. F; ORTIGÃO, M, I R. Avaliação da aprendizagem e exame: uma revisão bibliográfica. *Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades*. São Paulo – SP, 13 a 16 de julho de 2016

Apêndice

1 – Videoaulas

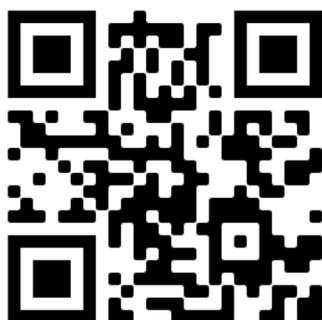
Aula 1



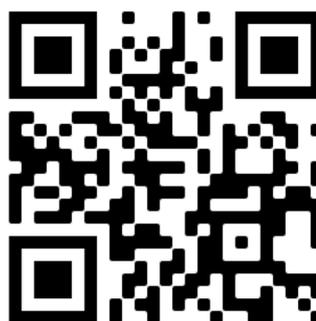
Aula 4



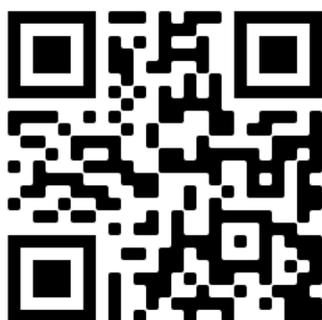
Aula 2



Aula 5



Aula 3



Aula 6



1 – Tutoriais em vídeos

Experimento 1



Experimento 3



Experimento 2



Experimento 4



