

**A RELAÇÃO ENTRE O EXPERIMENTO DE VAN DE GRAAFF E AS
DESCARGAS ELÉTRICAS ATMOSFÉRICAS: UMA SEQUÊNCIA
DIDÁTICA PARA ENSINAR ELETROSTÁTICA.**

*THE RELATIONSHIP BETWEEN VAN DE GRAAFF'S EXPERIMENT AND
ATMOSPHERIC ELECTRICAL DISCHARGES: A DIDACTIC SEQUENCE TO TEACH
ELECTROSTATICS.*

*LA RELACIÓN ENTRE EL EXPERIMENTO DE VAN DE GRAAFF Y LAS DESCARGAS
ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS: UNA SECUENCIA DIDÁCTICA PARA ENSEÑAR
ELECTROSTÁTICA.*

Como citar este artigo:

de Sousa Filho, J. R., Alves Bandeira, E. M., Alves Bandeira, E. M., Gonçalves Barreto Troncão, P., & Cupertino Gomes, Érica. A RELAÇÃO ENTRE O EXPERIMENTO DE VAN DE GRAAFF E OS RAIOS: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINAR ELETROSTÁTICA. DESAFIOS - Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins, 11(5). https://doi.org/10.20873/2024_jul_19074.

José Ricardo de Sousa Filho

Mestre em Ensino de Física pelo Programa Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Egresso da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). E-mail: jose.ricardo@uft.edu.br | <http://orcid.org/0009-0000-1944-7804>

Elisângela Márcia Alves Bandeira

Graduanda do curso Licenciatura em Física EaD UAB da Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail: callcenter.pj.elisangela@gmail.com | <http://orcid.org/0009-0005-0085-5409>

Edmarlos Marcos Alves Bandeira

Graduando do curso Licenciatura em Física EaD UAB da Universidade Federal do Tocantins (UFT). E-mail: edmarlosmarcos@gmail.com | <http://orcid.org/0009-0007-6654-4771>

Érica Cupertino Gomes

Doutora em Engenharia Nuclear pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia. Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Docente da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). E-mail: erica.gomes@ufnt.edu.br | <http://orcid.org/0000-0001-5534-0887>

Pâmella Gonçalves Barreto Tronção

Doutora em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Docente da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT). E-mail: pamella.troncao@ufnt.edu.br | <http://orcid.org/0000-0002-6340-5983>

RESUMO

Este trabalho consiste em abordar um fenômeno físico, as descargas elétricas atmosféricas, para ensinar conceitos de eletrostática. Para tornar o ensino dessa temática mais interessante e dinâmico, foi utilizado um gerador de Van de Graaff montado em um Produto Educacional de mestrado. Utilizou-se uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) durante a aplicação deste trabalho, que contou com 3 etapas, que se dividiu em apresentação do projeto aos estudantes com resolução de um questionário diagnóstico, atividade experimental utilizando o gerador de Van de Graaff e reaplicação do questionário com aula expositiva sobre conceitos de eletrostática e meios de proteção contra descargas elétricas atmosféricas. Com a aplicação deste trabalho, constatou-se a compreensão por parte dos estudantes de novos conceitos de eletrostática, considerável avanço no letramento científico e que as práticas experimentais contribuem muito para a inclusão de estudantes com deficiência.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino por investigação, Descargas Elétricas, Física, Eletrostática.

ABSTRACT:

This work consists of addressing a physical phenomenon, atmospheric electrical discharges, to teach electrostatic concepts. To make teaching this topic more interesting and dynamic, a Van de Graaff generator was used mounted on a Master's Educational Product. An Investigative Teaching Sequence (SEI) was used during the application of this work, which had 3 stages, which was divided into presentation of the project to students with the resolution of a diagnostic questionnaire, experimental activity using the Van de Graaff generator and reapplication questionnaire with lecture on concepts of electrostatics and means of protection against atmospheric electrical discharges. With the application of this work, it was verified that students understood new concepts of electrostatics, considerable progress in scientific literacy and that experimental practices contribute greatly to the inclusion of students with disabilities.

KEYWORDS: *Teaching by investigation, Electrical Discharges, Physics, Electrostatic.*

RESUMEN

Este trabajo consiste en abordar un fenómeno físico, las descargas eléctricas atmosféricas, para enseñar conceptos sobre electrostática. Para hacer más interesante y dinámica la enseñanza de este tema, se utilizó un generador Van de Graaff montado en un Producto Educativo de Maestría. Durante la aplicación de este trabajo se utilizó una Secuencia Docente Investigativa (SEI), la cual contó con 3 etapas, las cuales se dividieron en presentación del proyecto a los estudiantes con la resolución de un cuestionario diagnóstico, actividad experimental utilizando el generador de Van de Graaff y reaplicación del cuestionario con charla sobre conceptos electrostáticos y medios de protección contra descargas eléctricas atmosféricas. Con la aplicación de este trabajo se constató que los estudiantes comprendieron nuevos conceptos de electrostática, avances considerables en la alfabetización científica y que las prácticas experimentales contribuyen en gran medida a la inclusión de estudiantes con discapacidad.

Palabras clave: *Enseñanza por investigación, Descargas Eléctricas, Física, Electrostática.*

INTRODUÇÃO

O processo de ensino aprendizagem torna-se cada vez mais desafiador tanto para os docentes quanto para os discentes, principalmente após a pandemia, visto que as pessoas buscaram outras formas de ensinar, diferentes da forma tradicional e do ensino presencial. Normalmente os estudantes da educação básica possuem falta de interesse em estudar os componentes curriculares da Educação Básica, porque vivemos em uma era da predominância das redes sociais, com uma enorme diversidade de conteúdos de entretenimento, utilizando-se cada vez mais de vídeos de curta duração, deixando as aulas de 50 minutos uma “eternidade” para aqueles que ficam horas consumindo pequenos trechos de “conhecimento” rasos, rápidos e sem confiabilidade.

Quando trata-se de ensinar Física, o desafio se torna ainda maior devido à falta de interesse dos estudantes nas áreas de ciências [1, 2]. Dito isso, este trabalho trouxe uma possibilidade em ensinar eletrostática em um formato mais interessante para os estudantes da Educação Básica, que consiste em relacionar tal componente a um fenômeno físico bastante predominante no Estado do Tocantins, as descargas elétricas atmosféricas. Utilizando-se de uma Sequência de Ensino Investigativo, propõe-se aos estudantes a investigação de experimentos realizados com o Gerador de Van de Graaff, relacionando-os com conceitos de eletrostática como, os processos de eletrização, carga elétrica, força elétrica e campo elétrico. Considerando que a unidade escolar ou o professor não tenha disponível um Gerador de Van de Graaff, o professor tem a oportunidade de construir o seu próprio gerador [3].

Além de despertar a atenção dos estudantes, devido ao recurso experimental, também se utiliza os conhecimentos prévios dos mesmos em relação às descargas elétricas atmosféricas, fazendo valer da utilização de um “artefato” cultural que faz parte do cotidiano dos estudantes tocantinenses, visto que o Estado sempre está entre os líderes em incidências de raios no ranking nacional [4]. Quando se refere ao aspecto cultural que acompanha este fenômeno, destaca-se que o Estado do Tocantins possui uma diversidade de etnias indígenas que também possuem suas crenças em relação aos raios, que por sua vez acabam influenciando a cultura da região.

Considerando o alto valor didático para ensinar eletrostática utilizando-se um fenômeno físico que desperta bastante curiosidade e interesse dos estudantes, este trabalho também dispõe da atividade experimental, que se torna cada vez mais necessário no ensino de ciências nas escolas [5], podendo ser altamente aproveitado no combate ao uso excessivo das redes sociais, mostrando que adquirir conhecimento e letramento científico também pode ser interessante e produtivo, além de proporcionar a inclusão e participação de alunos com deficiência em atividades experimentais.

A metodologia de ensino utilizada durante a atividade experimental foi a Sequência de Ensino Investigativo (SEI) com o objetivo de motivar os estudantes a formularem hipóteses tentando explicar as descargas elétricas atmosféricas. Considera-se que a investigação é indispensável quando se trata do estudo de ciências [6], pois além de desenvolver habilidades como a argumentação, também proporciona o desenvolvimento do letramento e da iniciação científica, fazendo com que os estudantes se interessem mais pelas carreiras nas áreas científicas.

METODOLOGIA

A sequência didática referente a este trabalho foi aplicada em 2 turmas unificadas da modalidade de ensino Educação de Jovens e Adultos (EJA) em um dos Institutos Federais do Tocantins (IFTO). A metodologia de ensino utilizada foi a Sequência de Ensino Investigativo (SEI).

A Sequência de Ensino Investigativo foi escolhida para a realização desse trabalho, pois é uma abordagem poderosa para promover a aprendizagem ativa e significativa. Ao envolver os estudantes em atividades investigativas, eles se tornam protagonistas do seu próprio processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades essenciais para a vida.

A SEI contribui para o desenvolvimento de habilidades científicas como: observação, análise crítica, formulação de hipóteses, experimentação e interpretação de dados. E a participação ativa no processo investigativo torna o aprendizado mais envolvente e significativo [6].

A abordagem investigativa incentiva os estudantes a pensar criticamente e a resolver problemas de maneira criativa e independente, além de fomentar a autonomia, a autoconfiança e a responsabilidade nos estudantes, tendo em vista que eles precisam assumir maior responsabilidade pelo próprio aprendizado.

A SEI também contribui para aprimorar a comunicação, pois os trabalhos são realizados em grupo e deve ser feita a explanação dos resultados da investigação. Essa metodologia é baseada em teorias construtivistas, que afirmam que o conhecimento é construído de forma mais eficaz quando os alunos participam ativamente em atividades investigativas, em vez de receber passivamente informações.

Tal metodologia segue uma estrutura que pode ser adaptada conforme o contexto e o conteúdo a ser abordado, entretanto, ela possui uma estrutura base que envolve: problematização; formulação de hipóteses; investigação; análise e interpretação dos dados; conclusão e comunicação e por fim, avaliação e reflexão [6].

A problematização busca induzir a curiosidade e motivação dos estudantes, a partir de um problema, um fenômeno, uma situação-problema ou uma questão desafiadora. Tal problema pode ser experimental ou não experimental.

A fase de formulação de hipóteses envolve o trabalho em grupo, que visa estimular o pensamento lógico e crítico dos estudantes, fomentando o levantamento de explicações e previsões para o problema apresentado.

Na investigação os estudantes devem realizar a atividade investigativa de fato, testando as hipóteses levantadas. Essa fase é importante para o desenvolvimento de certas habilidades lógico-matemáticas como a definição de variáveis, a escolha de métodos e a designação de tarefas entre os componentes do grupo. Após a realização de observações (previamente planejadas pelo docente), incluindo a coleta de dados, a SEI segue para a fase seguinte, de análise e interpretação dos dados obtidos. Os estudantes organizaram os dados mediante um formalismo matemático adequado para a atividade proposta e para o nível da turma, podendo ser feito por meio de tabelas, gráficos, discussões qualitativas, dentre outros.

Após a análise feita, pelos estudantes e sem a ação direta do professor, os estudantes em grupo devem estruturar seus resultados e, de forma organizada, comunicar à turma. Essa fase é importante para o desenvolvimento de habilidades relacionadas à escrita científica, como elaboração de relatórios ou apresentações orais e visuais, a depender da abordagem escolhida pelo professor.

Seguidamente à apresentação das análises de todos os grupos, a SEI contempla uma fase de extrema importância, a avaliação do processo de investigação e a reflexão sobre o aprendizado. Nessa fase o docente deve aprimorar o entendimento do problema estudado ou realizar explicações com uma linguagem científica adequada ao nível da turma, identificando possíveis melhorias para futuras investigações.

Para a aplicação da SEI, deste trabalho, dividiu-se a aplicação deste em 3 etapas, com 3 aulas de 50 minutos, demonstrada no Quadro 1, com a presença de 15 estudantes na primeira etapa respondendo o questionário diagnóstico e 13 estudantes na segunda etapa respondendo o questionário final.

Quadro 1 – Sequência Didática desenvolvida no projeto.

Sequência Didática	
Aulas de 50 minutos	Atividades
Aula 1	Apresentação do projeto para a turma, identificação dos mitos e crenças que permeiam o conhecimento sobre descargas elétricas atmosféricas e aplicação do questionário diagnóstico
Aula 2	Aplicação do experimento de Gerador de Van de Graaf em sala de aula utilizado a SEI e Aplicação do questionário final
Aula 3	Aula teórica sobre o conteúdo de eletrostática, especificamente: eletrização por atrito, indução e repulsão eletrostática

Fonte: ACERVO PESSOAL.

Na primeira etapa, foi apresentado o projeto para os estudantes, destacando a importância dos mesmos no processo de aplicação e da dedicação de cada um durante cada etapa. Houve uma abordagem superficial sobre alguns mitos populares, muitos destes vindo das culturas indígenas, com o intuito de “provocar” os estudantes para o tema das descargas elétricas atmosféricas, mas sem oferecer respostas para essas colocações. Para encerrar a primeira etapa aplicou-se um questionário diagnóstico a fim de obter-se hipóteses sobre a incidências de raios, no intuito de identificar a presença de mitos e crenças oriundas das culturas indígenas ou mitos populares sobre o fenômeno e para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre eletrostática.

Foram elaboradas questões objetivas e discursivas no questionário diagnóstico, para obter dados quantitativos e qualitativos das respostas dos estudantes, questionando sobre os estados físicos da matéria que eles conheciam, sobre como os relâmpagos são formados e como ocorrem os raios, sobre os lugares que são mais seguros contra descargas elétricas atmosféricas e se existe alguma crença em mitos das culturas indígenas.

Na segunda etapa realizou-se atividades experimentais com o gerador de Van de Graaff como problematização a ser resolvida pelos estudantes,

estimulando-os a realizarem colocações de forma indireta a respeito dos conceitos envolvidos em cada experimento, com objetivo de motivar os estudantes a perceberem de forma intuitiva os conceitos corretos sobre cada fenômeno ocorrido, relacionados com as descargas elétricas atmosféricas, também oportunizando os mesmos a participassem da construção de seus próprios conhecimentos [7]. Após as atividades experimentais, o mesmo questionário foi reaplicado com o objetivo de avaliar os conceitos compreendidos pelos estudantes.

Por fim, na terceira etapa foi ministrada uma aula teórica abordando atitudes que devem ser tomadas para minimizar as chances de acidentes com raios, alternativas de proteção contra raios e os processos de eletrização. Com a explicação dos processos de eletrização encerra-se a sequência didática e inicia-se a explicação dos conceitos de Física que os estudantes não conseguiram assimilar e compreender durante a realização do experimento, bem como o reforço daqueles conceitos que conseguiram aprender e desmistificar os equivocados que alguns estudantes tinham a respeito da formação e ocorrência dos raios, relacionando a problematização inicial que era compreender os fenômenos elétricos ocorridos durante os experimentos como processos científicos e que estão diretamente relacionados com o fenômeno das descargas elétricas atmosféricas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário diagnóstico, aplicado na primeira etapa, teve o objetivo de analisar o nível de conhecimento básico dos estudantes quanto aos conceitos de eletrostática e suas aplicações durante a ocorrência do fenômeno das descargas elétricas atmosféricas. Com questões objetivas e discursivas o questionário possibilitou analisar as respostas de forma quantitativa e qualitativa. As questões estão apresentadas no Quadro 2 e a ordem em que elas aparecem no questionário para os estudantes encontram-se numeradas de forma crescente.

Quadro 2 – Questões do questionário investigativo.

Tipo	Nº	Questão
Discursivas	1	Quais estados físicos da matéria você conhece?
	7	Em relação às descargas elétricas, você acha possível ter algum contato com este fenômeno sem sofrer danos à sua saúde? Justifique.
Objetivas	2	Na sua opinião, os raios são um tipo de
	3	Espelhos atraem raios?

	4	Fazer uso de telefones celulares em momentos de tempestades, pode ser perigoso?
	5	Existem três formas de eletrizar um objeto. São elas: ...
	6	Um raio pode cair em um mesmo lugar mais de uma vez?

Fonte: ACERVO PESSOAL.

Na segunda etapa da aplicação da sequência didática, apresentou-se o Gerador de Van de Graaff utilizando a SEI, e alguns experimentos foram realizados com a participação dos estudantes, incluindo um estudante com deficiência auditiva que possuía uma professor intérprete de libras. Os estudantes observaram a Eletrização por atrito na correia do gerador e realizaram três experimentos: I) Eletrização por indução; II) Eletrização por contato e fenômeno de repulsão elétrica; III) Densidade de cargas elétricas e funcionamento de um pára-raios. Os estudantes ficaram bastante entusiasmados com a realização dos experimentos e participaram de forma efetiva.

Ao colocar o gerador em funcionamento, foi solicitado que os estudantes observassem o movimento da correia do gerador de Van de Graaff. Nesse sentido, foi possível explicar que o atrito entre a correia feita de EVA (placa de artesanato) e a lâmina de alumínio posicionada no rolete inferior do gerador, causava eletrização por atrito. Posteriormente as cargas elétricas positivas em excesso são direcionadas para a esfera condutora do gerador, assim deixando-a eletrizada positivamente.

No experimento I foi realizado um procedimento experimental utilizando um pêndulo simples feito com haste de madeira (palito de churrasco), linha de nylon e bola de isopor de 20 mm de diâmetro, coberta de papel alumínio. Ao aproximar o pêndulo da esfera eletrizada era possível que os estudantes percebessem a indução elétrica entre a esfera do pêndulo e a esfera do gerador e assim que havia o contato de ambos, era observado a repulsão da bola de isopor, assim explicando o processo de eletrização por indução.

No experimento II os estudantes ficavam sobre uma cadeira de material isolante e colocavam as mãos sobre a esfera eletrizada e assim era observado os cabelos todos levantados. Desta forma, era possível explicar o princípio da repulsão de cargas elétricas de mesmo sinal, assim como o processo de eletrização por contato, pois o estudante era eletrizado com carga de mesmo sinal que a esfera eletrizada do gerador e, como o estudante estava isolado do solo, essas cargas eram distribuídas pela superfície da pele e cabelos, causando a repulsão deles.

No experimento III foi realizado a aproximação do cotovelo dos estudantes à esfera condutora mostrada na Figura 1, o que permitiu entender o "poder das pontas", pois superfícies pontiagudas possuem uma maior densidade de cargas elétricas, facilitando a produção de centelhas. Com este procedimento, foi possível explicar o formato das pontas dos para-raios e mostrar que há maior probabilidade de cair raios em árvores ou objetos mais altos.

Figura 1: Imagens da aplicação da Sequência Didática durante a Etapa 2.



Fonte: ACERVO PESSOAL.

Durante a demonstração do experimento de Van de Graaff, ocorria um alto volume de chuva, interferindo razoavelmente nos experimentos realizados, uma vez que a alta umidade relativa do ar acaba influenciando no confinamento de carga na esfera condutora do gerador. Porém, mesmo com a alta umidade relativa foi possível realizar os experimentos, verificando a eficiência do equipamento. Na figura 2, é demonstrado duas aplicações do equipamento em diferentes situações climáticas do ano. A primeira imagem demonstra uma voluntária que conserva-se com os cabelos mais levantados, devido à realização do experimento ter ocorrido durante o mês de agosto, período em que o clima da região é mais seco. Na segunda imagem temos uma estudante durante a aplicação da sequência didática, que permanece com os cabelos menos levantados, mas mesmo assim demonstra o bom funcionamento do equipamento.

Figura 2: Imagens de voluntários em estações do ano distintas.



Fonte: ACERVO PESSOAL.

Após a realização dos experimentos, o questionário diagnóstico foi reaplicado e os estudantes tiveram a oportunidade de rever suas colocações e hipóteses criadas anteriormente.

A questão número 1 do questionário teve o intuito de analisar qualitativamente se os estudantes tinham conhecimento de ao menos dos 3 estados físicos mais conhecidos, sólido, líquido e gasoso. Apenas 5 estudantes acertaram inicialmente e os outros 10 estudantes não responderam de forma satisfatória ou deixaram em branco. Essa mesma questão foi respondida corretamente por 8 estudantes no questionário final e outros 5 não responderam de forma satisfatória. Na Figura 3, é demonstrado de forma qualitativa a evolução de alguns estudantes, já reconhecendo o plasma como o quarto estado físico da matéria [8].

Figura 3: Respostas da questão 1 “Quais estados físicos da matéria você conhece?”: a) antes da aplicação do experimento; b) depois da aplicação do experimento.

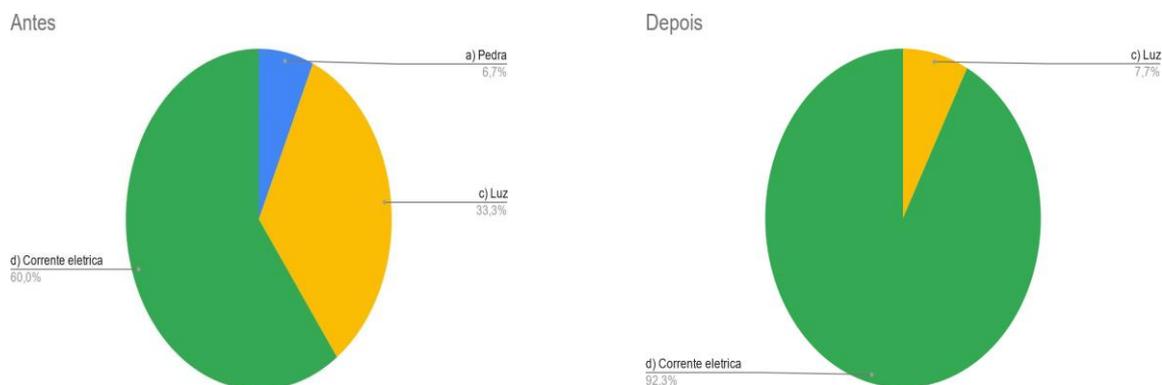
a) Sólido, gasoso, líquido e plasmático
Pedra, água, gás

b) Sólido, líquido, gasoso e plasmático
Sólido, líquido, gasoso, plasma

Fonte: ARQUIVO PESSOAL.

Na Figura 4 é possível perceber, na primeira etapa, que boa parte dos estudantes conseguem relacionar os raios com corrente elétrica, porém 33,3% deles acreditam que o raio é um tipo de luz somente e 6,7% dos estudantes acreditam ser um tipo de pedra. Porém, no questionário final apenas 1 estudante responde equivocadamente admitindo que o raio é um tipo de luz. Na verdade, o relâmpago é um termo geral para todas as descargas elétricas atmosféricas, ou seja, aquelas que ocorrem entre nuvens carregadas, dentro da mesma nuvem e entre uma nuvem e o solo, enquanto os raios são somente aquelas descargas em que existe conexão das nuvens com o solo. Nota-se claramente que praticamente todos os estudantes, exceto um, entenderam esta diferença entre raio e relâmpago.

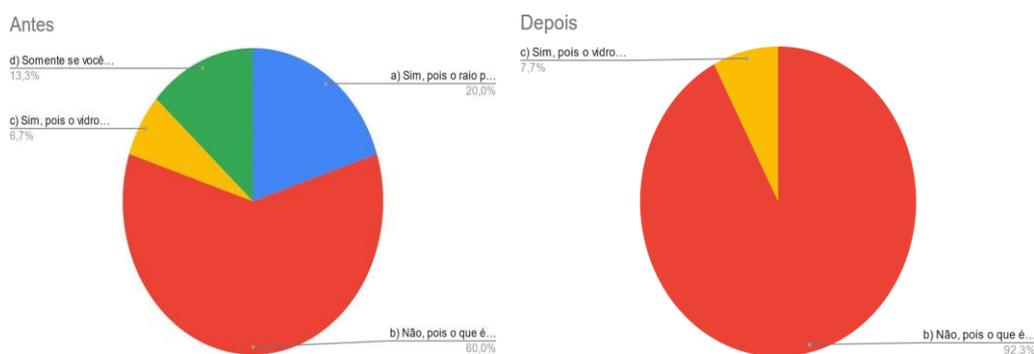
Figura 4: Respostas da questão 2 antes e depois da aplicação do experimento: “Na sua opinião, os raios são um tipo de...”



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Na Figura 5, observa-se que 40% dos estudantes respondem a pergunta de número 3 equivocadamente, acreditando que o espelho tenha alguma propriedade atrativa perante os raios. Tal pensamento perdura em nossa sociedade desde o período colonial, no qual herdamos alguns mitos da cultura portuguesa, pois há relato que Dom João VI possuía verdadeiro pavor às descargas elétricas atmosféricas e com isso deliberou que viessem estudiosos de vários países, promovendo os primeiros estudos científicos deste fenômeno, em território brasileiro [9]. As opções desta questão eram: a) Sim, pois o raio pode ser refletido pelo espelho; b) Não, pois o que é refletido é somente a luz; c) Sim, pois o vidro é condutor elétrico e todos os condutores atraem raios; d) Somente se você estiver em frente ao espelho.

Figura 5: Respostas da questão 3 antes e depois da aplicação do experimento: “Espelhos atraem raios?”.

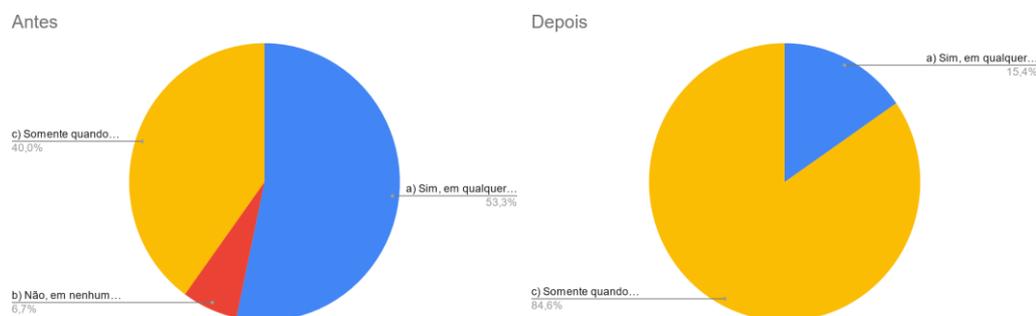


Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Depois da aplicação deste trabalho, não houve ninguém que acreditasse que espelhos atraem raios, o que foi de grande importância para o aprendizado científico da turma unificada. Alguns responderam, antes do experimento, que o raio pode ser refletido. Porém, a luz que reflete e não o raio. Ainda havia um estudante que acreditasse que o vidro é um condutor, mas ele é isolante.

Na Figura 6, percebe-se que boa parte dos estudantes (53,3%) acreditam que utilizar o celular em dias de tempestades elétricas leva perigo em qualquer situação, desconsiderando que o perigo se torna maior quando o dispositivo está conectado à rede elétrica, pois caso um raio venha atingir a residência, a alta corrente elétrica irá se distribuir por suas fiações. A resposta correta é a letra a, dentre as opções: a) Sim, em qualquer situação; b) Não, em nenhuma situação; c) Somente quando está conectado ao carregador, que por sua vez está ligado à tomada; d) Somente se estiver fazendo uma ligação.

Figura 6: Respostas da questão 4 antes e depois da aplicação do experimento: “Fazer uso de telefones celulares em momentos de tempestades, pode ser perigoso?”.

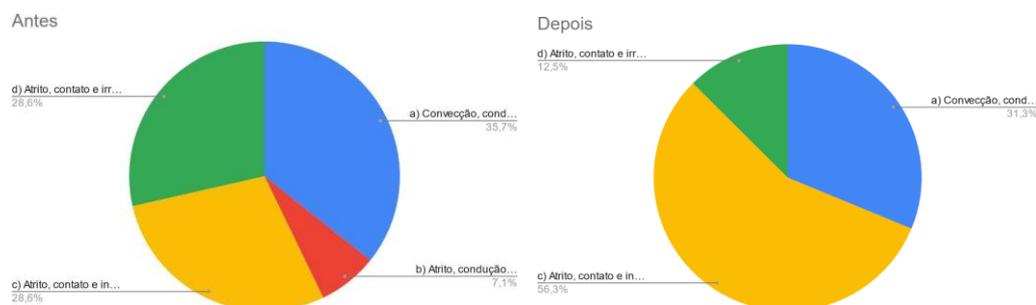


Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

A Figura 6 deixa bem claro que muitos estudantes acreditam que fazer uso de celulares em momentos de tempestade é perigoso em qualquer situação, mostrando a grande influência de mitos e pouco conhecimento científico. Embora a maioria dos estudantes tenham aprendido com o experimento que só há perigo do uso de celular quando ele estiver conectado ao carregador (porque está recebendo carga elétrica), ainda assim o misticismo, embora muito menos, permanece. O misticismo se faz tão presente que mesmo após toda a explicação e exemplificação com o uso do experimento, ainda assim aproximadamente 15% dos alunos marcaram a opção incorreta.

Observa-se na Figura 7, a questão número 5 dos questionários, que boa parte dos estudantes se confundem quanto aos processos de eletrização e os processos de transferência de calor. As opções eram: a) Convecção, condução e irradiação; b) Atrito, condução e contato; c) Atrito, contato e indução; d) Atrito, contato e irradiação. Houve evolução com a aplicação da sequência didática subindo de 28,6% para 56,3% de respostas assertivas, porém deve-se desenvolver mais esses conceitos durante as aulas.

Figura 7: Respostas da questão 5 antes e depois da aplicação do experimento: “Existem três formas de eletrizar um objeto. São elas...”.

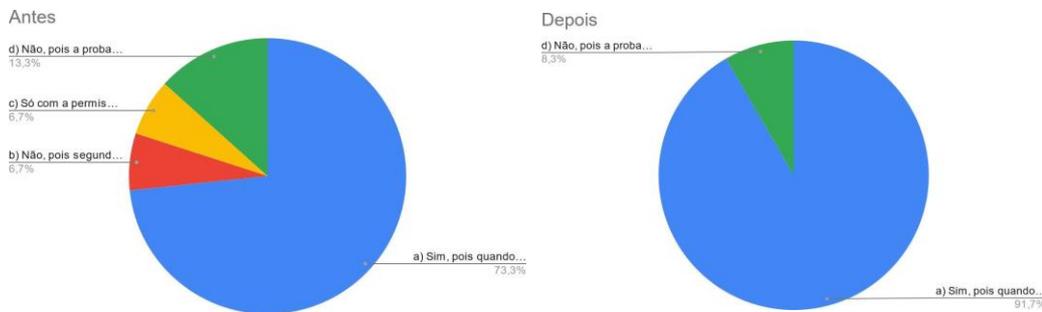


Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

É possível notar na Figura 7 que os estudantes envolvidos nesta pesquisa possuem dificuldade em diferenciar as formas de transferência de calor com as propriedades elétricas. Embora tenha ocorrido um aumento na quantidade de acertos após a aplicação do projeto, ainda há a necessidade de se trabalhar de forma mais detalhada em sala de aula ambos os temas.

Na Figura 8, questão de número 6 dos questionários, detecta-se que alguns estudantes acreditam que os raios se manifestam originados de algum tipo de manifestação divina, demonstrando desconhecimento de conceitos científicos básicos tendo em vista que não marcaram a opção correta. As opções eram: a) Sim, pois quando um raio cai em algum lugar é porque ali já possui algum aspecto que favorece a ocorrência de raios; b) Não, pois segundo as culturas indígenas um raio nunca cai em um mesmo lugar; c) Só com a permissão do deus Tupã, o deus dos raios e trovões; d) Não, pois a probabilidade é muito pequena e isso jamais aconteceu. Estes resultados apontam para a importância do desenvolvimento de novas metodologias para o ensino de ciências na região tocantinense, pois mesmo após a aplicação do experimento ainda houve aluno não marcando a letra a.

Figura 8: Respostas da questão 6 antes e depois da aplicação do experimento: “Um raio pode cair em um mesmo lugar mais de uma vez?”



Fonte: AUTORIA PRÓPRIA.

Na Figura 9, revela-se a evolução qualitativa das respostas dos estudantes quanto a compreensão das descargas elétricas atmosféricas, percebendo que o mesmo fenômeno pode ser reproduzido em escalas significativamente menores e sem causar prejuízos à saúde.

Figura 9: Respostas da questão 7 “Em relação às descargas elétricas, você acha possível ter algum contato com este fenômeno sem sofrer danos à sua saúde? Justifique.: a) antes da aplicação do experimento; b) depois da aplicação do experimento.

a)
Não pode ter contato com telefones celulares
Será mais e muito impossível
Sim por a vontade de Deus

b)
Sim pois descarga pequena não
causa danos à saúde
DESCARGAS ELÉTRICAS PODEM SER
PERIGOSAS E CAUSAR DANOS À SAÚDE,
DEPENDENDO DA INTENSIDADE.

Fonte: ARQUIVO PESSOAL.

Na Figura 9a pode-se observar a influência da religiosidade na resposta (palavra Deus). Após a aplicação do experimento de Van de Graaff, foi possível

verificar na Figura 9b que a maioria dos estudantes entenderam que o corpo humano pode suportar descargas elétricas com baixa intensidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste trabalho, foi possível observar que o ensino de Física pode alcançar resultados muito além do atual cenário em que vivemos, com baixo interesse dos estudantes no estudo de ciências, muitas vezes por conta da ausência de inovação tecnológica por parte das unidades escolares ou por falta de certas habilidades dos nossos professores.

A atividade experimental também faz parte dessa inovação tecnológica, pois a investigação científica antecede o processo de desenvolvimento tecnológico e impulsiona o avanço socioeconômico de qualquer nação. Compete aos profissionais da educação básica propor novas metodologias que incentivem o estudo de possibilidades de desenvolvimento de habilidades que contribuem para essa inovação.

Quando se trata especificamente da aplicação deste trabalho, pode-se observar que os estudantes se envolveram no processo de ensino-aprendizagem e avançaram quanto ao conhecimento em alguns conceitos de eletrostática, como os processos de eletrização, força elétrica e campo elétrico. A maioria deles reconheceu o plasma como o quarto estado físico da matéria.

Embora a proposta do trabalho não tenha sido o aprofundamento da influência cultural, algumas das perguntas do questionário (2, 3 e 6) demonstraram que os alunos do EJA, que participaram desta pesquisa, foram sugestionados pela cultura regional e que os mitos ainda são predominantes e influenciam na mitologia tocantinense. Observa-se uma carência de estudos que unifique essa mitologia com o estudo deste fenômeno físico, as descargas elétricas atmosféricas. Entretanto, após a aplicação da sequência didática diferenciada, os estudantes passaram a reconhecer os fenômenos como científicos, e não místicos. Portanto, é possível afirmar que houve o letramento científico de tais alunos, mediante a estratégia pedagógica utilizada.

No entanto, o resultado mais interessante foi perceber o quanto a atividade experimental pode auxiliar no processo de inclusão dos nossos estudantes. O estudante com deficiência auditiva, que estava presente durante a aplicação deste trabalho, teve um avanço muito significativo, pois ele maravilhosamente gabaritou o questionário após a realização da atividade experimental. Isso nos revela a clara possibilidade de alcançar a inclusão de forma satisfatória inserindo mais recursos tecnológicos e experimentais no ensino de Física.

Atualmente, a possibilidade em obter avanços no ensino de ciências no Estado do Tocantins, recebe alta perspectiva de se concretizar, pois todas as escolas de ensino médio receberam neste ano de 2023 um laboratório de cada componente curricular da área de ciências da natureza [10]. Esta ação com certeza irá incentivar nossos estudantes e professores no processo de iniciação científica e proporcionará um maior interesse para as áreas científicas.

Agradecimentos

Agradecemos ao curso de Licenciatura em Física, de Mestrado Nacional profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT) e ao curso de Licenciatura em Física EaD UAB da Universidade Federal do Tocantins (UFT) pelo apoio acadêmico, bem como à Escola Campo e ao LABMADE pelo apoio logístico na realização das atividades.

O desenvolvimento desta pesquisa contou com auxílio financeiro da PROPESQ/UFNT, Edital n°18/2023.

O presente trabalho foi realizado com o apoio de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior - Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

Referências Bibliográficas

[1] SOUZA M. L. Mayara; SOUZA S. S. Paulo; RAMOS G. Maurivan, ***O interesse dos alunos em aprender ciências e matemática na escola***, 2016. 7f. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas, Santa Maria, Brasil, vol. 3, n. Ed. Especial, 2016.

[2] NETO C. B. T. Luiz, ***Os interesses e posturas de jovens alunos frente as ciências: Resultados do Projetos ROSE aplicado no Brasil***, 2008. 172f. Tese de Doutorado - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

[3] FILHO, J. R. S.; GOMES, E. C.; TRONCÃO, P. G. B. ***Descargas Elétricas Atmosféricas: uma proposta pedagógica para o ensino de Eletrostática***. 1ª Edição. Araguaína: Editora Érica Cupertino Gomes. 2022. Disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/s/xjFp0pF4RZqaOGaAAKHE1A>. Acesso em: 20 de março de 2024.

[4] ALVES, Gabriel. ***De acordo com dados do Inpe, Tocantins é o Estado campeão em raios; em SP, São Caetano lidera ranking***. Folha de S.Paulo, São Paulo, 25 de set. de 2017. Disponível em: <<http://www.ccst.inpe.br/de-acordo-com-dados-do-inpe-tocantins-e-estado-campeao-em-raios-em-sp-sao-caetano-lidera->

ranking/#:~:text=0%20ranking%2C%20obtido%20com%20exclusividade,raios%20por%20km%C2%B2%20ao%20ano>. Acesso em: 05 de set. de 2021.

[5] TAHA, M.S, et al. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em ensino de ciências** v.11, no. 1 2016. Disponível em:<http://if.ufmt.br/eenci/artigos/artigo_id305/v11_n1_a2016.pdf>. Acesso em: 10/09/2018.

[6] CARVALHO, A. M. P.; OLIVEIRA, C. M. A.; SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SEDANO, L.; SILVA, M. B.; CAPECCHI, M. C. V. M.; ABIB, M. L. V. S.; BRICCIA, V. **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo. Cengage Learning. 2013.

[7] CORAIOLA, A. S.; BIRZNEK, F. C.; HIGA, I. **Contribuições da Interação Discursiva Durante a Resolução de Problemas na Aprendizagem de Física**. IV ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE FÍSICA (EREF): perspectivas e desafios para o ensino de física. v 22, n 3, p. 1-10, 2018. Curitiba (PR).

[8] KIKUCHI, L. A.; SOUZA, D. C.; BATISTA, I. L.; SACHS, J. P. D.; FILHO, W. A. R. **Física do Plasma em Pesquisas no Ensino de Ciências**. V Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Londrina, 2016.

[9] JÚNIOR, O. P.; CARDOSO, I. **Brasil: Que Raio de História**. São Paulo. Oficina de Textos, 2015.

[10] TOCANTINS (Estado). Secretaria da Educação. Portaria-SEDUC nº 1811, de 29 de dezembro de 2022. [Dispõe a designação de servidores para o recebimento da aquisição de 311 Kits de Laboratórios de Ciências da Natureza dos componentes curriculares Biologia, Física e Química]. **Diário Oficial do Estado do Tocantins**: Edição nº 6239: Secretaria da Educação, Tocantins, p. 24, 29 dez. 2022.