



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

VINICIUS TEIXEIRA MARDEGAN

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ELETROSTÁTICA PARA O
ENSINO MÉDIO UTILIZANDO EXPERIMENTOS E SIMULADORES
INSPIRADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Vitória – ES

2021

VINICIUS TEIXEIRA MARDEGAN

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ELETROSTÁTICA PARA O
ENSINO MÉDIO UTILIZANDO EXPERIMENTOS E SIMULADORES
INSPIRADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Física (PPGEnFis) da Universidade Federal do
Espírito Santo (UFES) – campus Goiabeiras,
como requisito parcial da obtenção do título de
Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola

Vitória – ES

2021

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

M298p Mardegan, Vinicius Teixeira, 1989-
Proposta de sequência didática sobre eletrostática para o ensino médio utilizando experimentos e simuladores inspirada na teoria da aprendizagem significativa / Vinicius Teixeira Mardegan. - 2021.
188 f. : il.

Orientador: Gustavo Viali Loyola.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

1. Teoria de aprendizagem significativa - Ausubel/Moreira.
2. Eletrostática. I. Loyola, Gustavo Viali. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53



" PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ELETROSTÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO UTILIZANDO EXPERIMENTOS E SIMULADORES INSPIRADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA "

Vinicius Teixeira Mardegan

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 31 de março de 2021.

Banca Examinadora



Prof. Dr. Gustavo Viali Loyola
(Orientador: PPGEnFis/UFES)



Prof. Dr. José Bohland Filho
(Membro Externo: Instituto Federal do Espírito Santo/Cariacica)



Prof. Prof^a. Dr^a. Márcia Regina Santana Pereira
(Membro Interno: PPGEnFis/UFES)

À minha família, por sempre me apoiar nos meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Sávio e Tânea, pela educação que me deram, e pelas oportunidades que sempre me oferecem para poder estudar.

Ao meu irmão, por sempre está ao meu lado quando preciso.

Aos meus Tios, Antônio e Maria Amalha, por sempre me conceder a sua casa para que possa ficar para poder estudar, más em especial minha tia, que sempre me ajudou na leitura de trabalhos e escrita.

Ao meu Orientador Gustavo, que me acompanhou orientando durante todo o processo do mestrado.

Aos colegas de turma que fiz durante o processo de dois anos, pelo compartilhamento de experiências e dificuldades, pelas trocas de saberes em resolução de listas de exercícios e apresentações de trabalho e compartilhamento do café, (esse nunca podia faltar). Agradeço em especial a Jéssica pela grande parceira que foi durante esses processos.

A todos que contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento desse trabalho.

“No meio da dificuldade encontra-se a oportunidade.”

Albert Einstein

RESUMO

O presente trabalho traz uma proposta de sequência didática, sobre os principais conceitos de eletrostática, para uma turma do 3º ano do Ensino Médio. Para a construção desta sequência, nos inspiramos na Teoria da Aprendizagem Significativa utilizando diferentes instrumentos. O principal objetivo deste trabalho é além de desenvolver, aplicar e analisar esta sequência, afim de verificarmos se a mesma auxiliou os estudantes em uma aprendizagem potencialmente significativa dos conceitos de eletrostática, buscando correlacionar teoria e prática. Para a coleta de dados, aplicamos um pré-teste, afim de analisarmos os conhecimentos prévios dos estudantes. Esta primeira análise nos mostrou que parte dos estudantes descreveram parcialmente alguns conceitos de Eletrostática, com isso utilizamos alguns destes conceitos como potenciais organizadores prévios. Após a aplicação do pré-teste, elaboramos e aplicamos a sequência de aulas que foi composta de 9 aulas de 55 minutos e dividimos a aplicação desta sequência nas seguintes etapas: levantamento de conhecimentos prévios, discussão inicial sobre os conceitos mais gerais da eletrostática, aprofundamento dos conceitos inicialmente discutidos, pós teste e pesquisa de opinião. Durante a aplicação utilizamos diferentes instrumentos (textos, simuladores e experimentos). A respeito dos experimentos construímos e utilizamos uma Bobina de Tesla e um Para-raios. Por fim, com a aplicação do pós-teste nossa intenção foi de verificarmos se a sequência foi capaz de potencializar nos alunos a compreensão dos principais conceitos de Eletrostática. Os resultados mostram que houve melhora no percentual de acerto no pós-teste quando comparado ao pré-teste, o que pode indicar que houve uma aprendizagem potencialmente significativa de alguns conceitos discutidos.

Palavras chaves: Teoria da Aprendizagem Significativa – Ausubel / Moreira; Eletrostática; PhET; Experiência de Van de Graaff; Bobina de Tesla; Para-raios.

ABSTRACT

The present work brings a proposal of didactic sequence, about the main concepts of electrostatics, for a class of the 3rd year of High School. For the construction of this sequence, we were inspired by the Theory of Meaningful Learning using different instruments. The main objective of this work is, besides developing, applying and analyzing this sequence, in order to verify if it helped students in a potentially significant learning of electrostatic concepts, seeking to correlate theory and practice. For data collection, we applied a pre-test, in order to analyze the students' previous knowledge. This first analysis showed us that part of the students partially described some concepts of Electrostatics, with that we used some of these concepts as potential previous organizers. After the application of the pre-test, we developed and applied the sequence of classes that was composed of 9 lessons of 55 minutes and divided the application of this sequence into the following steps: survey of previous knowledge, initial discussion on the most general concepts of electrostatics, deepening of the concepts initially discussed, post-test and opinion poll. During the application we use different instruments (texts, simulators and experiments). Regarding the experiments, we built and used a Tesla Coil and a Lightning Rod. Finally, with the application of the post-test, our intention was to verify whether the sequence was able to enhance students' understanding of the main concepts of Electrostatics. The results show that there was an improvement in the percentage of correct answers in the post-test when compared to the pre-test, which may indicate that there was a potentially significant learning of some concepts discussed.

Key words: Theory of Meaningful Learning - Ausubel / Moreira; Electrostatic; PhET; Van de Graaff's experience; Tesla coil; Lightning rod.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bobina de Tesla.....	33
Figura 2: Diagramas usuais da BT.....	34
Figura 3: Recorte do Texto Os choques de inverno.....	44
Figura 4: Recorte dos Slides de apresentação da aula.....	45
Figura 5: Equipamento Van de Graaff	46
Figura 6: John Travoltagem	46
Figura 7: Recorte da Bobina de Tesla	47
Figura 8: Recorte da Bobina de Tesla acoplado ao Para – Raios.....	48
Figura 9: Os choques de Inverno	143
Figura 10: Slide de Eletrostática	145
Figura 11: Balões e Eletricidade Estática.....	150
Figura 12: John Travoltagem	152
Figura 13: Materiais para construção da Bobina de Tesla	155
Figura 14: Construção da Bobina	157
Figura 15: Desmontagem raquete de matar mosquito	158
Figura 16: Desmontagem raquete de matar mosquito	158
Figura 17: Separação dos Fios da raquete	159
Figura 18: Construção da Bobina secundária	159
Figura 19: Recorte na base	160
Figura 20: Ligação direta de botão de acionamento	160
Figura 21: Fechamento da base da raquete	161

Figura 22: Associação da Bobina a base	161
Figura 23: Associação da base a raquete	162
Figura 24: Construção do Faiscador	162
Figura 25: Conexão dos fios ao Faiscador	163
Figura 26: Fixação da base do faiscador e raquete	163
Figura 27: Conexão dos Fios a bobina secundaria	163
Figura 28: Conexão dos Fios do faiscador na bobina	164
Figura 29: Conexão dos Fios do faiscador na bobina secundaria	164
Figura 30: Teste da Bobina	165
Figura 31: Materiais para a construção do Para – Raio e fio Terra	168
Figura 32: Associação do Para – Raio na Bobina	169
Figura 33: Associação da caixa de areia	170
Figura 34: Associação da caixa de areia	170
Figura 35: Retirada do esmalte do fio	170
Figura 36: Aterramento do fio de cobre	171
Figura 37: Associação do multímetro no Para – Raio	171
Figura 38: Teste da Bobina com o Para – Raio	172
Figura 39: Teste da Bobina com o Para – Raio	172
Figura 40: Associação entre os instrumentos	173
Figura 41: Cartilha do Inep Proteção contra raios	174

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Revisão Bibliográfica	30
Quadro 2: Categorias para análise das respostas dadas pelos alunos no MI .	49
Quadro 3: Categorização	50
Quadro 4: Categorização	85
Quadro 5: Categorização	101

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BT	Bobina de Tesla
ELAT	Grupo de Eletricidade Atmosférica
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
PCN'S	Parâmetros Curriculares Nacionais
Phet	Simulações Interativas da Universidade de Colorado Boulder
SI	Sistema Internacional de Unidades
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel
UEPS	Unidade de Ensino Potencialmente Significativa
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	18
1.1 OBJETIVO GERAL	24
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	24
2.0 EMBASAMENTO TEÓRICO	25
3.0 PEQUENA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	29
4.0 CAPITULO DE FÍSICA.....	33
4.1.1 A BOBINA	34
4.1.2 CIRCUITOS RESSONANTES E TRANSFERENCIA DE ENERGIA	34
4.1.3 POSSIVEIS DEFEITOS	38
4.1.4 PERIGOS	38
4.1.5 DESCARGAS ELÉTRICAS DE ALTA TENSÃO	39
4.1.6 O PODER DAS PONTAS.....	39
5.0 METODOLOGIA.....	41
5.1 LOCAL E SUJEITOS DA PESQUISA	41
5.2 REGISTRO E DOCUMENTAÇÃO	41
5.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	42
5.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE DADOS	43
5.5 APLICAÇÃO DA SEQUENCIA DIDÁTICA	44
1° AULA: CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE ELETROSTÁTICA.....	44
2° AULA: DISCUSSÃO SOBRE O QUE É ELETROSTÁTICA.....	44
3° AULA: APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTO	45
4° AULA: UTILIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	45
5° AULA: CONSTRUÇÃO DA BOBINA DE TESLA	47
6° AULA: SOBRE O PARA RAIOS	47
7° AULA: APRESENTAÇÃO DE UMA NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA.....	48

8° AULA: PÓS-TESTE	48
9° AULA: AVALIAÇÃO DA SEQUENCIA DE AULA E COLETA DE DADOS... ..	48
6. RESULTADOS OBTIDOS	49
6.1 RESUMO DAS ANÁLISES DO PRÉ-TESTE	51
6.2 RESUMO DAS ANÁLISES DO PÓS-TESTE	52
6.3 ANÁLISE CONJUNTA DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	54
7. RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO DA SEQUENCIA DE AULA	58
CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS	64
APÊNDICES.....	68
APÊNDICE A – PRÉ-TESTE.....	68
APÊNDICE B – PÓS-TESTE	72
APÊNDICE C – RESULTADOS DO PRÉ – TESTE	85
APÊNDICE D – RESULTADOS DO PÓS - TESTE.....	101
APÊNDICE E - QUESTIONARIO DA SEQUENCIA DE AULA.....	118
APÊNDICE F – O PRODUTO	118
RESUMO	120
APRESENTAÇÃO.....	120
1.0 - DISCUSSÃO SOBRE O CONCEITO DE ELETROSTÁTICA.....	121
2.0 - SEQUENCIA DE AULAS	125
2.1 - 1° AULA: CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE ELETROSTÁTICA	125
2.2 - 2° AULA: DISCUSSÃO SOBRE O QUE É ELETROSTÁTICA.....	127
2.3 - 3° AULA: APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTO.....	129
2.4 - 4° AULA: UTILIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	130
2.5 - 5° AULA: CONSTRUÇÃO DA BOBINA DE TESLA	132
2.6 - 6° AULA: SOBRE O PARA RAIOS	134

2.7 - 7° AULA: APRESENTAÇÃO DE UMA NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA	136
2.8 - 8° AULA: PÓS-TESTE	138
2.9 - 9° AULA: AVALIAÇÃO DA SEQUENCIA DE AULA.....	139
3.0 - INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS	140
4.0 - ANÁLISE DE DADOS	141
ANEXOS	142
ANEXO I.....	142
ANEXO II.....	143
ANEXO III.....	144
ANEXO IV	147
ANEXO V	153
ANEXO VI	167
ANEXO VII	174
ANEXO VIII	175
ANEXO IX	180
ANEXO X	181

1.0 INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia no ensino das diversas áreas de conhecimento está cada vez maior, a acessibilidade é instantânea. Esses avanços tecnológicos podem resultar em mudanças paradigmáticas a respeito de como ensinar (Aguiar, 2006). "Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências." (Brasil, 2006).

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), o ensino de Física, em nível médio, deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva, permitindo ao cidadão a interpretação de fatos, fenômenos e processos naturais.

Em particular, motivar os alunos nas aulas de física não tem sido uma tarefa muito simples. Desde 2011, que leciono a disciplina de Física em turmas de Ensino Médio, e, em todo esse período sempre verifiquei a dificuldade dos alunos para enxergar de forma clara os efeitos da eletrostática. Pensando nesse contexto notei a necessidade de repensar as minhas práticas pedagógicas e atitudes para inserir os alunos na dinâmica da aula e melhor ensiná-los.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCNEM) orienta os professores do ensino médio, enfatizando que os alunos, mais que reproduzir dados, devem dominar classificações e identificar símbolos.

O Ensino Médio pode ser considerado um momento particular no desenvolvimento cognitivo do aluno, logo é importante estimular a autonomia para aprender como preocupação central e desenvolver competências e habilidades que possibilitem uma aprendizagem futura. Esse conjunto de competências e habilidades propostas nos Parâmetros Curriculares estão relacionadas a três grandes competências: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sociocultural, que serão apresentadas no decorrer do texto.

A proposta dos PCN destaca que,

Não se trata, portanto, de elaborar novas lista de tópicos de conteúdos, mas, sobretudo, de dar ao ensino de física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Apresentar uma física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas do céu, o arco-íris e também o raio laser, as imagens da televisão e as outras formas de comunicação. Uma física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou motores a combustão, das células fotoelétricas, das radiações presentes no dia a dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma física cujo significado o aluno possa perceber no momento que aprende, e não em um momento posterior ao aprendido. (PCN Ensino Médio, 1999, p. 23).

Segundo Valadares e Moreira (1998, p.121-135):

O ensino de ciências praticado no Brasil, na grande maioria das escolas de nível médio e fundamental e, em grande extensão, também nas universidades, tem se mostrado pouco eficaz. Com isso, percebe-se que pode estar contribuindo para o estudante se afastar da disciplina de Física e por considerá-la desinteressante e difícil de ser entendida, o que é diretamente relacionado com a maneira de ensinar. A comunidade escolar vê a necessidade de uma nova ferramenta pedagógica onde o ensino seja norteado com aulas criativas que aproximem os conteúdos vistos nos livros didáticos da realidade do aluno, despertando assim o interesse pela Física e contextualizando sua aprendizagem.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) tem com o objetivo de pontuar e definir os conteúdos e saberes que devem ser ensinados nas escolas com o objetivo principal de ser fundamental na redução das desigualdades educacionais no país, por tornar o ensino mais democrático e acessível para todos. Essa mudança no currículo base trará reflexos em muitas áreas, como nas provas nacionais, materiais didáticos e na formação dos professores.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) pretende renovar e aprimorar a educação básica brasileira embora com muitas críticas, sobretudo à presença, à ausência ou ao excesso de conteúdos da proposta curricular, pois tem-se à influência dos agentes privados na construção da BNCC os chamados “parceiros” pelos agentes públicos.

Através de uma análise da Base Nacional Comum Curricular – BNCC, vemos uma orientação que o ensino de ciências deve garantir aos alunos o desenvolvimento de competências específicas para o entendimento da eletricidade através da utilização de situações problemas: “organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural, estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções.” (BRASIL, 2018, p. 322).

A partir do exposto, o objetivo desse trabalho é propor uma unidade didática, voltada a estudantes de Ensino Médio, utilizando situações-problema para concluir o estudo da eletrostática, aproximando a teoria e os conhecimentos científicos ao cotidiano dos alunos.

Entretanto, para que isto se torne realidade, é essencial, entre outras coisas, “que o conhecimento seja explicitado de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-litera, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2000). A este conhecimento, especificamente relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918-2008) chamava de subsunçor ou ideia-âncora. Hoje em dia motivar os alunos nas aulas de física não tem sido uma tarefa muito simples, pois o uso de livros didáticos e aulas apenas de modos expositivas tendo um único objetivo de passar todo o conteúdo dos cronogramas do Plano de Ensino, assim tornando-se o processo de ensino aprendizagem cansativo. O professor inserido nesse

contexto, não promove debates, nem levantamento de hipóteses e/ou utiliza metodologias diferentes e tampouco ponderava os conhecimentos prévios dos alunos.

É importante reiterar que a Aprendizagem Significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2000). Com a finalidade de contribuir com estas discussões, será apresentado neste trabalho uma UEPS para aulas de física sobre o conteúdo de Eletrostática, de acordo com RODITI (*apud* SILVA, 2011, p.99). “A Eletrostática, é o ramo da Física que investiga as propriedades e o comportamento dos campos elétricos de cargas elétricas ou fontes de cargas estacionárias, ou seja, ela se ocupa das propriedades das cargas elétricas em repouso,” tendo como referencial teórico de ensino a TAS. Esta unidade almeja criar proposta de UEPS que possa contribuir para orientar metodologicamente o professor do ensino básico, na concepção de Marco Antônio Moreira.

Tendo como objetivo diagnosticar a situação de aprendizagem de cada aluno; ou seja, verificar se o educando está conseguindo acompanhar e entender a programação curricular. Depois de serem utilizados os recursos propostos neste trabalho, envolvendo os conceitos físicos de eletrostática, demonstrando assim se foi adquirido subsunçores suficientes para a aprendizagem dos alunos, verificando se houve aprendizagem e se a mesma foi de forma significativa com estes instrumentos. Nesta introdução, será proporcionada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa com ênfase em eletrostática utilizando experimentos e Simuladores do PhET (Tecnologia Educacional em Física, é um Portal que apresenta diversas simulações em várias áreas das ciências, e podem ser usadas on-line ou baixadas gratuitamente) Balões e Eletricidade Estática e ainda o John Travoltagem.

Verifica-se que o Portal PhET disponibiliza uma ampla quantidade de simulações simples e interativa, proporcionando fenômenos que dificilmente seriam vistos a olho nu, ou mesmo, careceriam de um grande aparato técnico.

Esse portal possui acessibilidade e facilidade para a prática das simulações conforme descreve (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 1996, p. 29), um aspecto que merece destaque trata da facilidade de acesso e a possibilidade de rodar a simulação em qualquer equipamento sem a necessidade de recursos altamente específicos. Todas as simulações podem ser usadas diretamente na página principal, mas também é permitido o download. Elas são geralmente desenvolvidas em Flash e, se o computador não tiver o plug-in, o usuário é direcionado a baixar e instalar o recurso na sua máquina de forma simples. (ARANTES; MIRANDA; STUDART, 1996, p. 29). Ainda antes das simulações, será demonstrado aos alunos um experimento prático sobre eletrização que é o Van de Graaff. A aplicação do experimento contribui significativamente para o entendimento dos conceitos da eletrostática, tais como: carga elétrica, processos de eletrização, condutores e isolantes, força elétrica, campo elétrico, energia potencial elétrica, potencial elétrico, rigidez elétrica e poder das pontas. Ainda que, será apresentado o roteiro para auxiliar o professor na construção de uma bobina de tesla e um para-raios, para demonstração física em sala de aula de eletrostática e a importância de se ter um para-raios ou fio terra em edificações. A metodologia contempla e descreve a aplicação do produto educacional. Essa aplicação envolve dois questionários, denominados Pré (que contou com questões abertas, tendo em vista que esse modo de questionário permite deixar os alunos mais livres para suas respostas) “Uma grande vantagem desse instrumental é a interação entre o pesquisador e o entrevistado” (COSTA; COSTA, 2011, p.49) e pós-teste, no entanto esses questionários estabelecem o nível de evolução da aprendizagem dos sujeitos envolvidos, de acordo com (COSTA 2011, p. 47): “[...] a grande vantagem do questionário, como instrumento de coleta de dados, é a sua capacidade de atingir um grande número de pessoas [...]”, confirmando estatisticamente através de gráficos. Após o apontamento da evolução na aprendizagem, estabelece uma proposta de UEPS que irá proporcionar ao professor de Física, um roteiro de execução de aulas, no intuito de avaliarmos suas vantagens na melhoria do ensino-aprendizagem dos educandos do ensino médio na disciplina de Física, mais exatamente, para o conteúdo de eletrostática.

O Capítulo 01 aborda sobre o Embasamento Teórico que se trata da TAS, onde o professor tem o papel de facilitador para o educando. Então a Aprendizagem Significativa é o processo em que uma nova informação irá interagir com o subsunçor (ancoragem) da estrutura de conhecimento do indivíduo.

O Capítulo 02 aborda a Pequena Revisão Bibliográfica, que foi realizada a partir de buscas nos principais periódicos nacionais de maior relevância dentro da área de ensino de física com foco na sala em eletrostática, TAS e experimentos.

O Capítulo 03 aborda o Capítulo De Física que vem mostrar os conceitos de Eletrostática e os conteúdos e fenômenos relacionados a ela.

O Capítulo 04 se trata da Metodologia que tem como objetivo analisar as características dos métodos aplicados nesta dissertação, local e sujeitos da pesquisa, registros, instrumentos de coletas de dados, técnicas e aplicação da sequência didática, pré-teste e pós-teste.

O Capítulo 05 mostra os Resultados Obtidos a partir dos dados coletados após a aplicação da sequência de aulas junto com o uso dos experimentos e simuladores. Neste capítulo pode-se observar que após a classificação das respostas, analisei os resultados para verificar os conceitos subsunçores, as concepções alternativas e as relações com o rendimento dos alunos e o impacto do uso de simuladores e experiências na assimilação dos conceitos abordados.

O Capítulo 06 se trata do Produto Educacional criado para ajudar na aquisição de subsunçores (ancoragem) tendo em vista ser um facilitador na compreensão dos conteúdos apresentados.

1.1 Objetivo Geral

Propor, aplicar e analisar uma sequência didática, voltada a estudantes da segunda série do Ensino Médio, inspirada na Teoria da Aprendizagem Significativa, com o intuito de auxiliar a aprendizagem de conceitos de eletrostática, buscando aproximar teoria e prática ao cotidiano dos alunos.

1.2 Objetivo Específico

- Desenvolver uma sequência de aulas abordando os principais conceitos de eletrostática, com o auxílio de diferentes experimentos e instrumentos;
- Verificar a aprendizagem dos alunos, através da comparação entre os índices de acertos obtidos no pós-teste em relação ao pré-teste;
- Averiguar se os alunos consideraram adequada a sequência de aulas desenvolvida, para a compreensão dos conhecimentos discutidos;
- Desenvolver e disponibilizar um tutorial para professores, mostrando o passo a passo da construção dos experimentos construídos

2.0 EMBASAMENTO TEÓRICO

A aprendizagem é dividida em três modelos segundo (MOREIRA, 2000), a aprendizagem **cognitiva** que resulta no armazenamento organizado de informações na mente daquele que aprende (estrutura cognitiva), outra aprendizagem é a **afetiva** que demonstra de sinais internos do indivíduo, como exemplo, alegria ou descontentamento, mas lembrando de que essa aprendizagem é concomitante com a cognitiva. E por último a aprendizagem psicomotora que é aquela que requer de respostas musculares depois de treino para se ter habilidade, ligando também está aprendizagem com a cognitiva do indivíduo.

Ausubel enfatizou na Aprendizagem cognitiva. Essa aprendizagem cognitiva se dá para Ausubel com uma estrutura cognitiva que abrange todo o conteúdo e o organizado de ideias de um indivíduo. Essa organização segue uma hierarquia de conceitos mais gerais para conceitos mais específicos. Então segundo Ausubel a aprendizagem consiste na ampliação da estrutura cognitiva através da incorporação de novas ideias a ela.

Pode-se concluir então que a Aprendizagem Significativa é o processo em que uma nova informação irá interagir com o subsunçor (ancoragem) da estrutura de conhecimento do indivíduo. Para essa aprendizagem, quando se diz aprendizagem substantiva é vista quando o aluno consegue explicar determinada aprendizagem com suas próprias palavras, tornando assim a sua Aprendizagem Significativa.

Já na aprendizagem mecânica não há ligação entre o novo conceito com os subsunçores, ou seja, não há um ponto de ancoragem onde o novo conceito possa se apoiar.

O subsunçor pode ser um conceito, uma ideia ou uma proposição já existente na estrutura cognitiva do aprendiz que serve de ponto de ancoragem para uma nova informação, permitindo ao indivíduo atribuir-lhe significado. Quando o indivíduo não possui o subsunçor de determinado conceito, ele passará a aprender pela aprendizagem mecânica, e essa aprendizagem será utilizada até que alguns elementos relevantes desse novo conceito passem a

existir nessa estrutura cognitiva. À medida que esses subsunçores vão se ancorando ao conhecimento teremos a Aprendizagem Significativa, deixando de ser a aprendizagem mecânica.

Ainda nesse processo de Aprendizagem Significativa Ausubel condiz sobre os organizadores prévios, que servem de ancoragem para que o aprendiz já saiba e o que ele deve saber, a fim de que sejam aproveitados esses organizadores para aprender de forma significativa.

Então, para termos a Aprendizagem Significativa o conteúdo aprendido precisa ser relacionável a estrutura cognitiva do aprendiz, juntamente com os subsunçores organizados precisa-se ainda que haja a disposição do aprendiz para se relacionar com o novo conceito a ser formado em sua estrutura cognitiva.

Para a detecção da Aprendizagem Significativa é necessário que o aprendiz passe a ter posse dos significados (clareza, precisão, diferenciada e transferência) Ausubel apresenta três tipos de Aprendizagem Significativa, a aprendizagem representacional, dando significados a determinados símbolos, A aprendizagem de conceitos que é redividida em duas partes, uma de formação de conceitos que é adquirido pela experiência e a outra formação é a assimilação de conceitos quando o indivíduo utiliza a qualidade dos conceitos para definição.

O terceiro tipo de aprendizagem é a aprendizagem proposicional que é a combinação e a relação de novas palavras de forma a produzir uma nova proposição que irá unir os significados conotativos (sentido figurado) e denotativos (sentido real).

Para a Aprendizagem Significativa o professor tem o papel de facilitador, e para isso, é necessário que o professor cumpra com quatro praticas fundamentais, sendo identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, identificando os conceitos e princípios unificadores inclusivos com maior poder explanatório e propriedades integradoras e organizados de forma hierarquicamente de modo que progressivamente eles possam abranger os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos podendo ser feita por um mapa conceitual.

A segunda tarefa dos professores seria identificar os subsunçores relevantes a aprendizagem do conteúdo a ser ensinado que o aluno deveria ter sua estrutura cognitiva para que o aluno possa aprender significativamente esse conteúdo.

Já a terceira tarefa na facilitação da Aprendizagem Significativa seria diagnosticar aquilo que o aluno já sabe e assim determinar dentro dos subsunçores relevantes (feito previamente pelos mapas conceituais) quais esses já subsunçores já estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno, facilitando assim a Aprendizagem Significativa.

A quarta tarefa do professor para a Aprendizagem Significativa, deve-se ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem (organizadores prévios) a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa.

Organizadores prévios são mecanismos pedagógicos que auxiliam a programar e implementar os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, estabelecendo a ligação entre o que o aprendiz já sabe e o que precisa saber. (AUSUBEL, 2003, p.151). Eles são fundamentados na suposição de que a estrutura cognitiva é organizada de forma hierárquica, como uma pirâmide, em que conceitos mais gerais e inclusivos ocupam o topo da hierarquia e subsumem “sub-conceitos” mais diferenciados e dados factuais (AUSUBEL, 1960, p. 267). Em termos operacionais, organizadores prévios são definidos como instruções relativamente breves, que diferem dos resumos e das visões gerais, na medida em que seu conteúdo é mais abstrato, inclusivo e geral do que o material de aprendizagem mais detalhado ministrado posteriormente, e é mais relacional e explicativo que as ideias relevantes existentes e presentes na estrutura cognitiva. (AUSUBEL, 2003, p. 151; AUSUBEL, 1978, p. 252). Na Aprendizagem Significativa, a interação entre o material de aprendizagem e as ideias subsunçoras não é uma mera ligação simples. É uma relação mais “forte”, sendo que, tanto a nova informação quanto aquela que o aluno já possui (subsunçor) se modificam no processo de aprendizagem. (AUSUBEL et al., 1980, p. 48; MOREIRA; MASINI, 1982, p. 13). Vale ressaltar ainda que Ausubel propõe a teoria da assimilação, para

demonstrar como se aplica a obtenção da nova informação, ou seja, para explicar de que forma o novo conteúdo se relaciona aos subsunçores estabelecidos na estrutura cognitiva, sendo assim, obtendo o resultado da interação do novo material com as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aluno, assimilando assim os significados velhos e novos dando origem a uma nova estrutura. A assimilação auxilia a explicar como o conhecimento é organizado na estrutura cognitiva. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 16).

3.0 PEQUENA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta pequena revisão bibliográfica foi realizada a partir de buscas em alguns periódicos nacionais de maior relevância dentro da área de ensino de física com foco na sala em eletrostática, TAS e experimentos, nos portais de divulgação das produções dos Mestrados Profissionais em Ensino de Física, no período entre os anos 2000 a 2019. O quadro abaixo resume em uma pequena pesquisa de periódicos e portais de mestrados profissionais que serviram de base para a pesquisa de revisão de literatura realizada que contribuíram para a pesquisa qualitativa, pensando sempre para ocasionar o protagonismo dos estudantes, o envolvimento no processo de aprendizagem, nos desafios propostos e o estímulo a curiosidade.

As palavras-chave empregadas na busca foram:

- Teoria da Aprendizagem Significativa
- Eletrostática
- Gerador Eletrostático Van de Graaff / Material de baixo custo.
- Ensino de Física
- PhET
- Bobina de Tesla
- Para-raios

Quadro 1: Revisão Bibliográfica

Título	Autor(s) / Ano	Conclusão
O eletroscópio de folhas de alumínio como instrumento de ensino dos conceitos da eletrostática.	Márcio André Souza dos Santos / 2016.	<ul style="list-style-type: none"> • As atividades experimentais com o eletroscópio podem contribuir decisivamente para que os estudantes explorem, de forma construtiva, o conceito de carga elétrica, os processos de eletrização, corpos condutores e isolantes, o conceito de indução e o significado de aterramento.
Ensino de eletrostática – a história da ciência contribuindo para a aquisição de subsunçores.	Sergio Luiz Bragatto Boss / 2009.	<ul style="list-style-type: none"> • O objetivo foi verificar se as discussões foram proveitosas para promover a aquisição de subsunçores, pelos alunos, para a Aprendizagem Significativa dos conceitos de carga elétrica, de eletrização.
O ensino de eletrostática em uma perspectiva investigativa: analisando o processo de construção de conhecimento científico de estudantes da 3ª série do ensino médio do Ifes campus Linhares.	Rovilson de Oliveira Mota / 2016	<ul style="list-style-type: none"> • Com as atividades experimentais foi possibilitado aos alunos a participarem do seu processo de aprendizagem, agindo, questionando, levantando hipóteses e testando-as através da interação com experimento numa tentativa de fazer com que atitudes mais críticas e reflexivas viessem à tona.
Utilização do gerador eletrostático de Van de Graaff, de baixo custo, na aprendizagem dos conceitos da eletrostática.	Damião de Souza Carvalho / 2016	<ul style="list-style-type: none"> • O uso da prática experimental, utilizando o gerador eletrostático, construído com material alternativo e de baixo custo, como ferramenta pedagógica no ensino aprendizagem dos conteúdos da eletrostática.

<p>O que é afinal Aprendizagem Significativa?</p>	<p>Marco Antônio Moreira / 2012</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Teoria da Aprendizagem Significativa – Ausubel • Novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva. • A Aprendizagem Significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-litera e não-arbitrária.
<p>O estudo de conceitos envolvendo energia por meio de simulações computacionais e mapas conceituais.</p>	<p>José Jorge Vale Rodrigues / 2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tem como objetivo investigar as implicações do uso de simulações computacionais aliadas a mapas conceituais na Aprendizagem Significativa dos alunos no que se refere ao conceito de energia. As atividades de simulação computacional foram organizadas com o intuito de estimular o interesse dos estudantes em compreender as principais características do conceito de energia.
<p>Uma Aplicação do Software Educacional PhET Como Ferramenta Didática no Ensino da Eletricidade.</p>	<p>Francisco Vanderli de Araújo; Francisco Augusto Silva Nobre; José Aduato Andrade Junior; Claudio Rejane da Silva Dantas / 2015</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliar possibilidades e limitações do Portal Tecnologia Educacional em Física (PhET) nas aulas de Física.
<p>Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes</p>	<p>Mauro Sérgio Teixeira de Araújo; Maria Lúcia Vital dos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Possibilitar uma melhor compreensão sobre as diferentes possibilidades e tendências dessas atividades tendo em vista subsidiar o

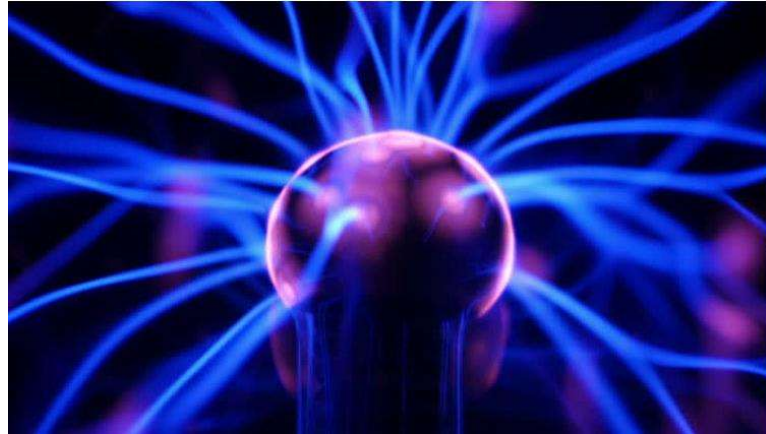
Finalidades.	Santos Abib / 2002	trabalho de professores e pesquisadores do ensino no nível médio.
O PAPEL DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA	Marie-Geneviève Séré; Suzana Maria Coelho; António Dias Nunes / 2002	<ul style="list-style-type: none"> • Mostrar a importância da exploração de aspectos conceituais e procedurais na atividade experimental que defletam a atividade científica.
A CONSTRUÇÃO DE UMA BOBINA DE TESLA PARA USO EM DEMONSTRAÇÕES NA SALA DE AULA	Carlos Eduardo Laburú Sérgio de Mello Arruda / 2004	<ul style="list-style-type: none"> • Construção de uma bobina de Tesla, com a finalidade de equipar o professor com um aparelho para demonstração de fenômenos elétricos em nível de terceiro e segundo graus.
A VERSATILIDADE DA BOBINA DE TESLA NA PRÁTICA DOCENTE DO ENSINO DE FÍSICA	Domingos Sávio De Souza E Silva / 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar a aquisição de métodos e recursos didáticos para munir os professores de Física do ensino médio utilizando-se da bobina de tesla.

Fonte: Próprio autor

4.0 CAPÍTULO DE FÍSICA

BOBINA DE TESLA

Figura 1: Bobina de Tesla



Fonte: <https://blog.multcomercial.com.br/bobina-tesla-entenda-o-que-e-e-como-funciona/>

O que é a Bobina de Tesla?

A Bobina de Tesla (BT) é essencialmente um transmissor de rádio sem antena, e assim Tesla merece algum crédito no que concerne à invenção do rádio, embora seu interesse estivesse mais relacionado à transmissão de energia elétrica do que à comunicação.

Demonstrações elétricas das mais magníficas são possíveis com uma BT. Descargas semelhantes a relâmpagos e brilhantes descargas corona proporcionam um efeito espetacular. Devido ao campo eletromagnético formado, pode acender lâmpadas fluorescentes e lâmpadas de néon até a dois metros de distância do aparelho. Por causa de sua alta frequência, a BT provê um modo relativamente seguro para demonstrar fenômenos que envolvem alta tensão.

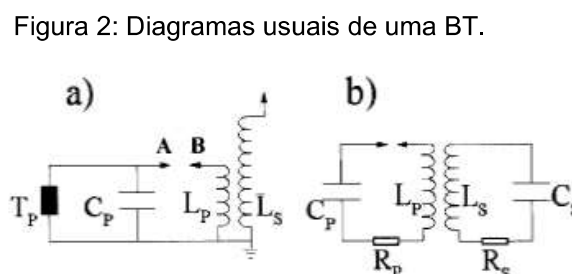
4.1.1 A BOBINA

O transformador de Tesla, ou bobina de Tesla, foi inventado por Nikola Tesla, no final do século XIX.

De acordo com LABURÚ & ARRUDA (2004, p.217-226) a bobina de Tesla nos dá a ensejo de visualizar certos efeitos elétricos interessantes, em virtude de ampliá-los e simulá-los, estimulando, de certo modo, a curiosidade pelo estudo em pauta. Apesar de os fenômenos eletromagnéticos ligados à bobina se basearem em princípios eletrodinâmicos, relações podem ser feitas à eletrostática, ampliando a aplicação demonstrativa do aparelho. As experiências que poderão ser realizadas por meio da bobina são: demonstração do efeito corona (o efeito de pontas), uma aplicação da gaiola de Faraday (blindagem eletromagnética), a proteção do pára-raios, a “presença” do campo eletromagnético no espaço, o efeito de altas tensões em gases sob baixa pressão, o comportamento de isolantes sob altas tensões, diferenças entre descargas elétricas em um rio e no mar.

4.1.2 CIRCUITOS RESSONANTES E TRANSFERENCIA DE ENERGIA

A adequação destes conceitos à operação de uma BT pode ser feita diretamente, sendo necessários apenas alguns cuidados devido à forma particular da construção deste dispositivo. Na figura 2 estão os diagramas usuais de uma BT (a) e o equivalente proposto para seu estudo (b).



Fonte: MARQUES, Gustavo Pires; SOARES, David Mendes. Bobina de Tesla: Dos Circuitos Ressonantes LC aos Princípios das Telecomunicações. **Bobina**

de Tesla: Dos Circuitos Ressonantes LC aos Princípios das Telecomunicações, [S. l.], p. 14, 5 maio. 2012.

Numa análise simplificada, de acordo com MARQUES E SOARES (2012, p.3) seu funcionamento pode ser assim descrito: O transformador Tp eleva a tensão recebida da rede (em geral, 110 VAC nominais) para cerca de 12.000 Volts. Como o secundário desse transformador está ligado em paralelo com o capacitor Cp de alta tensão, em cada semi-ciclo da tensão alternada, ele o carrega (armazena energia potencial eletrostática) até o valor dessa alta tensão disponível. A descarga de Cp ocorre através do centelhador quando a diferença de potencial entre A e B é suficiente para vencer a rigidez dielétrica do ar. Quando ocorre a centelha, o ar é ionizado e passa a conduzir corrente elétrica, fechando o circuito primário e fazendo a carga armazenada em Cp fluir para o indutor Lp que é, então, percorrido por um pulso de corrente. Este, gera um pulso eletromagnético ao redor de LS que absorve a energia do campo e amplifica a voltagem, produzindo até centenas de milhares de volts nos extremos do indutor secundário, sendo que esta transferência é máxima quando as frequências naturais dos dois circuitos são iguais. Além disso LS transfere a energia para o circuito secundário da figura 1b. Logo após, CP é novamente carregado até o ponto que outra centelha ocorra e todo processo anterior se repita. Temos então, aproximadamente, um circuito oscilador tipo LC operando numa frequência dada por:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L_p C_p}}$$

A razão de amplificação de voltagem seria, no caso ideal e independente da geometria dos indutores, do acoplamento e da frequência, dada por:

$$V_S = V_P \frac{N_S}{N_P}$$

Entretanto, no caso de uma BT, o ganho em voltagem é conseguido de uma forma menos óbvia ligada à relação entre as indutâncias primária e secundária e à qualidade do acoplamento entre os indutores, ou seja, à transferência de energia do circuito primário para o secundário. Supondo então

(se o acoplamento fosse total) que toda energia armazenada por C_p fosse transferida para o circuito secundário (S C_S L e) através de L_p :

$$\frac{1}{2} C_p V_p^2 = \frac{1}{2} L_p I_p^2 = \frac{1}{2} L_s I_s^2$$

Então como a tensão máxima em L_s é proporcional a I_s ($V_s = \omega L_s I_s$) vemos que a tensão máxima em L_s depende também de C_p , bem como da raiz quadrada da razão entre as indutâncias secundária e primária:

$$V_s = V_p \sqrt{\frac{L_s}{L_p}}$$

No nosso caso as indutâncias estimadas para as bobinas primária e secundária utilizando a expressão para a indutância de um solenóide foram de:

$$L = \mu_0 N^2 \pi R^2 / H \quad L_p = 27 \mu H \quad L_s = 12 mH$$

E como a tensão utilizada no primário era de aproximadamente 12KV, utilizando a expressão desenvolvida anteriormente para V_s em função das indutâncias encontramos:

$$V_s = 252 KV$$

No entanto, testes realizados com a bobina revelaram tensões da ordem de 120 KV. Tal fato se deve ao fraco acoplamento existente entre as bobinas L_p e L_s , não permitindo uma transferência total de energia do circuito primário para o secundário. Além disso a capacitância estimada para o C_p projetado e construído, utilizando a expressão para a capacitância de um capacitor de placas paralelas foi de:

$$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 A}{d} \quad C_p = 4.5 nF$$

Esta capacitância era a máxima possível para não danificar o transformador utilizado, devido ao fato da única impedância vista por este ser a retância capacitiva oferecida por C_p . Assim a frequência natural do circuito primário era de:

$$f = 456 \text{ KHz}$$

Tal frequência foi utilizada para sintonizar a bobina secundária levando em conta sua auto-capacitância e a capacitância do terminal de descarga.

Imediatamente após ser colocada em funcionamento (depois de numerosos ajustes), a presença de alta voltagem nos terminais de L_s pôde ser comprovada. Uma coroa azul-violeta formada por pequenos relâmpagos (efeito corona) aparecia em torno do terminal de descarga de L_s , que foi feito com uma esferinha de isopor embrulhada com papel alumínio e com capacitância da ordem de 3pF. As descargas através do centelhador produziram pulsos extremamente agudos de potência elétrica, os quais são muito ricos em harmônicos de R. F. Pôde-se, então, notar as ondas eletromagnéticas geradas pela BT e conseqüentemente a energia transportada por elas ao se aproximar uma lâmpada fluorescente (até mesmo queimada) a cerca de 1,5 metros de distância do terminal de descarga e observar seu acendimento! Aproximando-se uma peça metálica (devidamente isolada) do terminal de L_s ocorria uma descarga intensa produzindo um ruído característico e um forte cheiro de ozônio devido a ionização do ar .

Os efeitos produzidos pelas altas voltagens geradas pela Bobina de Tesla são uma das mais espetaculares ilustrações que se pode realizar em Física ou em Engenharia Elétrica e ainda permite a exploração de conceitos como a quebra da rigidez dielétrica do ar/ionização de gases(relâmpagos artificiais, plasmas), circuitos ressonantes e transmissão e recepção de energia pelo ar através de ondas eletromagnéticas, ilustrando os princípios da rádio difusão.

4.1.3 POSSÍVEIS DEFEITOS

Caso a bobina não mostre faíscas na sua saída, podemos primeiramente verificar se o centelhador está suficientemente afastado. Tomada essa providência e não havendo ainda faísca na saída, outro problema comum é curto ou fuga no isolamento mal feito do capacitor; neste caso, deve-se construir um novo capacitor ou tentar melhorar o isolamento com cola. Outro problema frequente é o desgaste das pontas do centelhador, principalmente por oxidação. Por último, outros possíveis defeitos poderiam ser curtos ou descargas entre as espiras do indutor. Um cuidado extremo deve ser tomado caso não apareçam as faíscas nos terminais do secundário do indutor, pois pode haver, em caso de má colocação da parafina ou má centralização dos tubos PVC, descargas entre as bobinas.

4.1.4 PERIGOS

Alta tensão A primeira precaução que se deve ter é com a saída do transformador. Cuidados especiais: evitar mexer no circuito com a tomada conectada à rede (mesmo que o circuito esteja desligado através de uma chave); evitar, quando a demonstração estiver sendo feita, a aproximação demasiada de crianças, etc.. Em relação à tensão de saída em L2, os riscos são menores. A corrente é de alta frequência (MHz) e, embora da ordem de 30 a 40 kV, não é mortal. Entretanto, dependendo da potência de saída (variável com a maior ou menor aproximação entre os terminais do centelhador) ela pode queimar a pele.

2. Ozônio Os elétrons liberados e capturados alternadamente nos terminais de L2 ionizam o ar circundante e também produzem ozônio. É aconselhável trabalhar em lugar ventilado e não deixar a bobina ligada mais que alguns minutos. (O ideal seria aspirar o ar vizinho à bobina com um exaustor.)

4.1.5 DESCARGAS ELÉTRICAS DE ALTA TENSÃO

Os pára-raios são hastes metálicas que ficam conectadas a terra através de cabos condutores. Essas hastes são colocadas nos mais variados tipos de edifícios, criando um caminho para a passagem da descarga elétrica, ou seja, para a passagem do raio. Por ser um objeto de metal, a sua presença aumenta a possibilidade da ocorrência dos raios, assim sendo, é muito importante verificar se o pára-raios está montado corretamente e bem localizado, de forma que ele fique mais atrativo que os possíveis alvos que o raio pode encontrar durante uma descarga. O pára-raios foi uma invenção criada não para evitar os raios, pois esse é um fenômeno natural impossível de evitar, mas sim procurar um meio de desviá-los de qualquer possível alvo. Apesar de fazer proteção contra os raios, eles não garantem 100% de proteção contra as descargas elétricas, pois os raios são muito poderosos, o que deixa o local bem vulnerável aos possíveis danos causados pelas descargas.

Segundo o Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a ocorrência de relâmpagos no Brasil é estimada, com base em dados de satélite, em cerca de 50 milhões de raios nuvem-solo por ano.

4.1.6 O PODER DAS PONTAS

Em um pára-raios eletricamente carregado, as cargas elétricas se localizam, em sua grande maioria, na ponta, o que faz gerar um campo elétrico mais intenso nessa região do que no restante do pára-raios. Em razão desse campo elétrico, surgem forças de repulsão entre as cargas elétricas, fazendo com que elas se empurrem até que algumas sejam lançadas fora do condutor e fiquem livres no meio ambiente.

Segundo Hewitt (2002, p.381), a existência do campo elétrico como “uma espécie de aura que se estende através do espaço”, preenchendo o espaço ao redor de cada corpo eletricamente carregado.

“Deve-se notar, no entanto que (...) expressões do tipo região do espaço ao redor de uma carga ou região de influência passam uma ideia de algo limitado, sendo que na verdade, a ideia aceita atualmente é a de que os campos estejam presentes em todos os lugares.”

(GARDELLI, 2004, p.10, grifos do autor)

O campo elétrico possui intensidade, direção e sentido em cada ponto do espaço em torno do corpo carregado. “A carga de teste é tão pequena que, de fato, não influencia apreciavelmente o campo que está sendo medido.” (HEWITT, 2002, p.381).

Quando a intensidade do campo elétrico ultrapassar 30 kV/cm, ar torna-se condutor e uma enorme centelha elétrica (relâmpago) salta de uma nuvem para outra ou de uma nuvem para o solo. Esta descarga elétrica aquece o ar, provocando uma expansão que se propaga em forma de uma onda sonora que chega diretamente da descarga.

Em virtude da alta concentração de cargas, o campo elétrico e a densidade de cargas são muito maiores nas extremidades de qualquer objeto pontiagudo.

É por esse princípio que não é recomendável permanecer embaixo de árvores ou regiões desprotegidas para esperar uma tempestade passar, pois a árvore e o corpo humano podem servir como pontas em relação ao solo e atrair raios.

O para-raios é constituído por uma haste de metal que tem extremidade pontiaguda onde se acumulam as cargas elétricas, seguindo o princípio do poder das pontas. Essas cargas ionizam o ar, fazendo com que a região ao seu redor descarregue-se eletricamente para o solo. Dessa forma, o para-raios descarrega a atmosfera, evitando que o raio cause qualquer dano.

5.0 Metodologia

5.1 Local e sujeitos da pesquisa

Realizamos toda a pesquisa, no segundo trimestre de 2019, em uma escola da rede estadual de ensino médio regular no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo. Participou da pesquisa uma turma da segunda série do Ensino Médio com um total de 29 alunos, os mesmos com idades de 15 a 16 anos da “Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Attila de Almeida Miranda”.

5.2 Registro e documentação

Os dados foram coletados por meio de registros escritos. Foram observados os resultados das atividades realizadas que incluíram o Pré-Teste, simuladores, experimentos, questionários e o Pós-Teste. Foram utilizadas nove aulas para a aplicação desta sequência didática. Com relação à infraestrutura, a escola possui ambientes climatizados e salas de aula que comportam atividades experimentais e recursos audiovisuais. Para análise qualitativa da pesquisa, foram consideradas apenas as respostas dos alunos que participaram do Pré-Teste e o Pós-Teste.

Tipo de Pesquisa

O conhecimento da pesquisa-ação na educação leva a programar estratégias de ação, pois a esta é uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado de seus alunos, mas mesmo no interior da pesquisa-ação educacional surgiram variedades distintas (TRIPP, 2005, p. 445).

De maneira geral, podemos dizer que a pesquisa-ação sempre implica um plano de ação baseado em objetivos de mudança (melhora), a

implementação e controle desse plano através de fases de ação, assim como a descrição concomitante do processo cíclico resultante. (MOREIRA, 2011 p.93).

Neste trabalho, a pesquisa-ação foi utilizada na intervenção em forma de Pré-Teste, viabilizando uma descrição para a compreensão do problema, servindo ainda como subsídio às futuras hipóteses de intervenção a partir de adequações nos métodos de ensino focados nos conteúdos.

No Pós-Teste, objetivamos avaliar a evolução dos conhecimentos dos alunos acerca dos conceitos apresentados durante toda a pesquisa. As análises têm como proposta verificar a ocorrência de aprendizagem.

5.3 Instrumentos de Coleta de Dados

- Questionário sobre concepções iniciais (Pré-Teste)

O Questionário do Pré-Teste tem como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de Eletrostática. Foi utilizado questões que enfatizasse o cotidiano dos alunos junto ao conteúdo, sendo assim coordenado pelo professor a todo momento.

Este Pré-Teste composto por 4 perguntas abertas que englobavam os principais conceitos de Eletrostática. O Pré-Teste não é utilizado como atividade avaliativa, este é comunicado aos alunos que este conteúdo ainda será explicado mediante o decorrer das aulas.

Deixamos claro para os alunos que este Pré-Teste tem o objetivo de apenas levantar os conhecimentos prévios mesmo que não sejam corretos sobre o conteúdo, e, cada aluno somente poderia responder uma questão por vez, não podendo avançar para a próxima questão sem que todos da turma terminassem.

- Avaliação Individual Escrita (Pós-Teste)

O Pós-Teste tem como objetivo diagnosticar a situação de aprendizagem de cada aluno; ou seja, verificar se o educando está conseguindo acompanhar e entender a programação curricular. Depois de

serem utilizados os recursos propostos neste trabalho, os alunos responderam ao Pós-Teste (avaliação individual) através de 10 questões, sendo 1 aberta e 9 fechadas envolvendo os conceitos físicos de Eletrostática, demonstrando assim se foi adquirido subsunçores suficientes para a aprendizagem dos alunos.

Este Pós-Teste se encontra disponível no **APÊNDICE B**.

- Questionário de Opinião

Após a aplicação da sequência de aula, os alunos respondem ao questionário de avaliação da sequência de aula que possui 4 questões fechadas e 1 questão aberta. Este questionário tem como objetivo verificar se houve aprendizagem e se ela foi de forma significativa com estes instrumentos.

5.4 Técnicas de Análise de Dados

O Pré-Teste e o Pós-Teste foram utilizados para a coleta de dados deste trabalho, e estes, foram submetidos a uma comparação para facilitar o entendimento dos resultados. As questões utilizadas nos testes são questões já validadas que se encontram no APENDICE A, B.

O Pré-Teste será comparado com o Pós-Teste, levando em consideração aspectos de compreender corretamente a eletrostática, mostrando o avanço com o número de acertos estabelecidos em cada questão. A proposta é verificar se o número de acertos foi satisfatório em relação ao Pré-Teste e o Pós-Teste, após a aplicação da sequência de aula.

Para mais detalhes sobre o Pré-Teste e o Pós-Teste, consultar o **APÊNDICE C e D**.

Os dados serão analisados em forma de qualitativa por meio de comparação de gráficos classificados com rubricas tais como: descreveu corretamente; descreveu parcialmente; não atingiu o objetivo.

5.5 Aplicação da sequência didática

A sequência didática foi aplicada em uma turma de 2º ano.

1º Aula: Conhecimentos prévios de eletrostática

Esta aula teve como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo de Eletrostática. Neste momento, foram utilizadas questões que enfatizasse o cotidiano dos alunos junto ao conteúdo, e, todo o momento foi coordenado pelo professor.

2º Aula: Discussão sobre o que é eletrostática

Os alunos fizeram a leitura do texto CHOQUES DE INVERNO para levantamento prévio do conteúdo, logo após responderam ao questionário sobre eletrização que tem como princípio associar o conteúdo com o cotidiano da vida do aluno.

Figura 3: Recorte do Texto Os choques de inverno



Fonte: Anexo I da Dissertação.

3° Aula: Aprofundamento de conhecimento

Neste momento, o professor entrou em cena apresentando os conceitos sobre eletrostática com o auxílio de slides, tendo foco sempre em estimular discussão com todo o grupo.

Figura 4: Recorte dos Slides de apresentação da aula



Fonte: <https://www1.educacao.pe.gov.br/cpar/Eletrostática>

4° Aula: Utilização dos experimentos

Esta aula teve como objetivo de fazer o aluno desenvolver a capacidade de observação, análise e compreensão de sistemas e técnicas de controle, esperando assim que os alunos possam melhorar suas habilidades em expor de forma clara, objetiva e precisa o trabalho em forma de relatórios. A turma foi dividida em duas partes onde o primeiro grupo foi subdividido em duas partes. A primeira parte, utilizou o Gerador de Van de Graaff; a outra utilizou o Chromebook acessando o Phet nas simulações descritas no roteiro. Após este momento, os grupos irão responderam o roteiro experimental I encontrado no ANEXO IV da dissertação.

Esta atividade do roteiro foi utilizada como avaliativa no valor de 5,0 pontos.

Este roteiro teve como objetivos mostrar o funcionamento do gerador de Van der Graaff experimentalmente e demonstrou, através das simulações, a verificação de algumas previsões fornecidas por modelos teóricos (Phet John Travoltagem).

Figura 5: Equipamento Van de Graaff



Fonte: Autoria própria

Figura 6: John Travoltagem



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage_pt_BR.html

5° aula: Construção da Bobina de Tesla

O objetivo desta aula foi demonstrar a Eletrostática com o uso do experimento da Bobina de Tesla, facilitando assim, a visualização de efeitos elétricos que até então eram ainda duvidosos, pois de acordo com Laburú e Arruda (2004) que dizem que alguns experimentos físicos como a Bobina de Tesla ajuda no aprendizado do educando sendo uma ferramenta que facilita a visualização de efeitos elétricos.

Nesta aula ainda, o professor fez as perguntas do roteiro para fazer com que os alunos discutam o conteúdo, sendo assim, levantando os conhecimentos prévios dos alunos ali envolvidos.

Para auxiliar o professor, no ANEXO V, encontramos o tutorial de como construir este experimento.

Figura 7: Recorte da Bobina de Tesla



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria

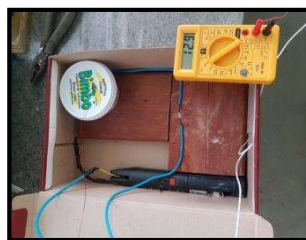
6° aula: Sobre o Para Raios

Esta aula teve como objetivo mostrar a importância da utilização do para raios e como os raios se formam. Para auxiliar o professor neste momento, foi utilizado o roteiro experimental III, que mostra a construção de um Para-Raios para ser acoplado a Bobina de Tesla, demonstrando assim os raios atmosféricos e a importância do fio terra.

Figura 8: Recorte da Bobina de Tesla acoplado ao Para – Raios



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria

Foi utilizado ainda um questionário no valor de 5,0 pontos que envolve questões associadas do experimento com o cotidiano do aluno.

7° aula: Apresentação de uma nova situação-problema

Uma nova situação-problema esteve lançada relativa aos conceitos de eletricidade. Os alunos testaram a condutibilidade de alguns materiais que o professor dispôs tais como: fio de cobre, anel de prata, madeira e constatar se os mesmos são condutores ou isolantes, e, ainda expôs aos alunos o conceito de materiais dielétricos. Foram utilizadas a bobina de tesla e o para-raios para esta demonstração.

8° aula: Pós-Teste

Logo depois da utilização dos recursos propostos neste trabalho, os alunos responderam ao Pós-Teste (avaliação individual) através de questões abertas e fechadas envolvendo os conceitos físicos da unidade que demonstrou se foi adquirido subsunçores suficientes para a aprendizagem.

9° aula: Avaliação da sequência de aula e Coleta de dados

Neste momento, o professor analisou as respostas das questões propostas na avaliação individual e comparou o pré-teste e pós-teste de modo qualitativo e para verificação se houve aprendizagem e se ela foi de forma significativa com estes instrumentos.

6. Resultados obtidos

A pesquisa foi realizada no segundo trimestre de 2019 em uma escola da rede estadual de ensino médio regular no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo, “Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Attila de Almeida Miranda”. Participaram da pesquisa do Pré-Teste e Pós teste uma turma da segunda série com um total de 29 alunos com idades de 15 a 16 anos.

Os dados foram coletados por meio de registros escritos de forma qualitativa. Foram-se observados os resultados das atividades realizadas que incluíram o Pré-Teste (constituído por 4 questões qualitativas) e o Pós-Teste com 1 questão aberta e 9 questões de múltipla escolha.

Para classificar as respostas dadas pelos alunos às perguntas ao longo do Pré-Teste e Pós-Teste, foram adaptados os critérios que estão descritos no quadro proposto inicialmente por Silva, C., (2014) e Libardi (2014); uma vez que é necessário verificar se os alunos já possuíam subsunçores do conteúdo.

Quadro 2: Categorias para análise das respostas dadas pelos alunos no MI.

Categorias	Características	Informações Relevantes
Correta (C)	Resposta que coincide com a esperada, de acordo com o estabelecido pelo conhecimento científico aceito.	Utilização de conceitos e grandezas corretas, com proposições corretas.
Parcialmente Correta (PC)	Resposta que contém ideia geral correta ou próxima à esperada, porém com utilização de grandezas ou conceitos incorretos.	Demonstra possuir conceitos alternativos ou falha na compreensão do significado da grandeza utilizada. Por isso, as proposições utilizadas podem estar incorretas.
Incorreta (I)	Resposta que não possui as informações necessárias para explicação do fenômeno ou que diverge do estabelecido pelo conhecimento científico.	Demonstra não possuir conhecimento acerca do assunto abordado, ou inverte as características dos conceitos/grandezas analisados na questão.
Branco (B)	Resposta em Branco	-

Fonte: Silva, (2014), Libardi, (2014) e Benaquio, (2016).

A análise de conteúdo parte do pressuposto que a categorização não impõe desvios ao material, mas que torna conhecidos índices invisíveis nos dados brutos. (BARDIN,1977, p.119). A categorização é definida como “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento, segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos” (BARDIN, 1977, p. 117-8).

Para esta análise, utilizamos a categorização segundo quadro abaixo que nos possibilitam classificações adequadas das questões respondidas por cada um dos vinte e nove alunos participantes com o intuito de identificarmos o nível de conhecimento dos participantes, sendo assim para podermos usar desta rubrica para classificar cada questão em: ¹descreveu corretamente; ²descreveu parcialmente; ³não atingiu o objetivo.

Quadro 3: Categorização adaptado.

CONCEITOS		
¹ Descreveu corretamente	² Descreveu parcialmente	³ Não atingiu o objetivo
O aluno foi capaz de compreender e entender o fenômeno físico descrito na questão.	O aluno foi capaz de perceber a existência do fenômeno físico na questão, porém não foi capaz de compreender e entender o fenômeno descrito.	O aluno não foi capaz de identificar o fenômeno descrito na questão, bem como não é capaz identificar os conceitos físicos envolvidos.

Fonte: Próprio autor

Após a classificação das respostas, analisamos os resultados do Pré e Pós-Teste, através dos gráficos construídos para verificar os conceitos subsunçores, as concepções alternativas e as relações com o rendimento dos alunos e o impacto do uso de simuladores e experiências na assimilação dos conceitos abordados.

De posse das respostas dadas pelos alunos a cada uma das questões, utilizamos o método de Análise de Conteúdo proposto por Bardin (1977) e segundo os critérios de correção apresentados nos Quadros.

6.1 Resumo das análises do Pré-Teste

Considerando a necessidade de apresentar um resumo das análises do Pré-Teste, pontuamos que alguns destaques apenas foram trazidos, e, a análise completa se encontra no Apêndice C.

A questão 01 aborda a eletrização por atrito.

Analisando os dados obtidos verificamos que nenhum aluno descreveu corretamente o fenômeno físico envolvido. E que 90% dos alunos descreveram parcialmente o conteúdo relacionado, entretanto 10% dos alunos não atingiram o objetivo da questão.

Seguindo a análise, é possível ressaltar que 10% dos alunos agregaram os conceitos da questão 1 com uma experiência já vivenciada pelo mesmo como mostra o aluno X “Já senti essa atração quando aproximei o meu braço da TV”.

Na questão 02, aborda-se a eletrização por Contato.

Analisando os dados obtidos, foi possível verificar que 0% dos alunos obteve o resultado satisfatoriamente, entretanto 86% dos alunos descreveram parcialmente a resposta, mostrando possuírem uma ancoragem com a questão, e, 10% dos alunos responderam o teste não atingindo um nível satisfatório.

Na questão 03, abordamos a eletrização por contato utilizando o experimento de Van de Graaff para a demonstração da eletrização.

Analisando os dados obtidos, foi possível verificar que 0% descreveu satisfatoriamente, nisto, 97% dos alunos descreveram parcialmente, e, 3% não atingiram o objetivo da questão.

Na questão 04, abordamos a descarga elétrica que é possível verificar que a nuvem em questão não possui sinal de carga representativo. Nesse contexto, é visto o para-raios que serve como aterramento, ou seja, libera a descarga elétrica emitida pela nuvem para a terra, se dissipando essa energia.

Analisando os dados obtidos, foi possível verificar que 0% descreveu satisfatoriamente a questão, 83% dos alunos estão em um grau de

classificação onde descreveram parcialmente a resposta, contudo 17% dos alunos não souberam responder à questão.

6.2 Resumo das análises do Pós-Teste

Considerando a necessidade de apresentar um resumo das análises do Pré-Teste, pontuamos que alguns destaques apenas foram trazidos, e, a análise completa se encontra no Apêndice D.

O pós-teste que continha questões sobre o conteúdo abordado no decorrer das aulas com o objetivo de analisar a evolução da aprendizagem, a contribuição das simulações, bem como a aceitação das atividades propostas.

Esta avaliação se deu de forma qualitativa, visando uma análise do conhecimento deles após a aplicação do teste.

Na questão 01, podemos observar que, após a aplicação das aulas juntas com as metodologias descrita nesta dissertação, observamos que 27 alunos descreveram corretamente os conceitos de eletrização por atrito quando se atritou o balão com o cabelo e quando aproximou o balão carregado do palito, movendo o palito com a eletrização por indução.

Na questão 02, verificamos que 28 alunos após o estudo sobre a importância do fio terra, acertaram o conceito de cargas elétricas, cargas neutras e a importância do aterramento. Apenas 1 aluno acabou confundindo o conceito do sinal de carga elétrica.

Na questão 03, após o estudo sobre corpos condutores de eletricidade e isolantes, observamos que os 29 alunos conseguiram associar os experimentos feitos neste trabalho com esta questão.

Na questão 04, observamos que 28 alunos responderam corretamente à questão que abordava a eletrização por atrito onde os corpos ao trocaram elétrons um fica mais carregado positivo e o outro carregado negativo. Apenas 1 aluno confundiu este conceito de eletrização por atrito por falta de entendimento sobre como analisar os dados da tabela da série tribo elétrica.

Na questão 05, ao analisar os dados obtidos, verificamos que 2 alunos associaram de forma indevida a eletrização por atrito, visto que os grãos sofrem eletrização por atrito e, assim, ficam eletrizados com cargas opostas em

relação à correia transportadora.

Na questão 06, observamos que todos os 29 anos responderam corretamente à questão que atribui que cargas elétricas de mesmo sinal se repelem, e, quando ocorre a atração entre os corpos, as cargas possuem sinais opostos ou um deles está neutro.

Na questão 07, é possível observar que esta questão se trata dos sinais das cargas para se ter atração e repulsão, e, verifica-se que todos os alunos conseguiram responder corretamente esta questão, sendo assim, ficando claro que este conceito está bem definido por todos.

Na questão 08, todos os 29 alunos conseguiram associar o funcionamento do fio terra onde o mesmo poderá absorver cargas elétricas, e ainda, como o condutor da questão está eletrizado positivamente, este fio conectado a terra faz com que os elétrons possam subir da Terra para o condutor.

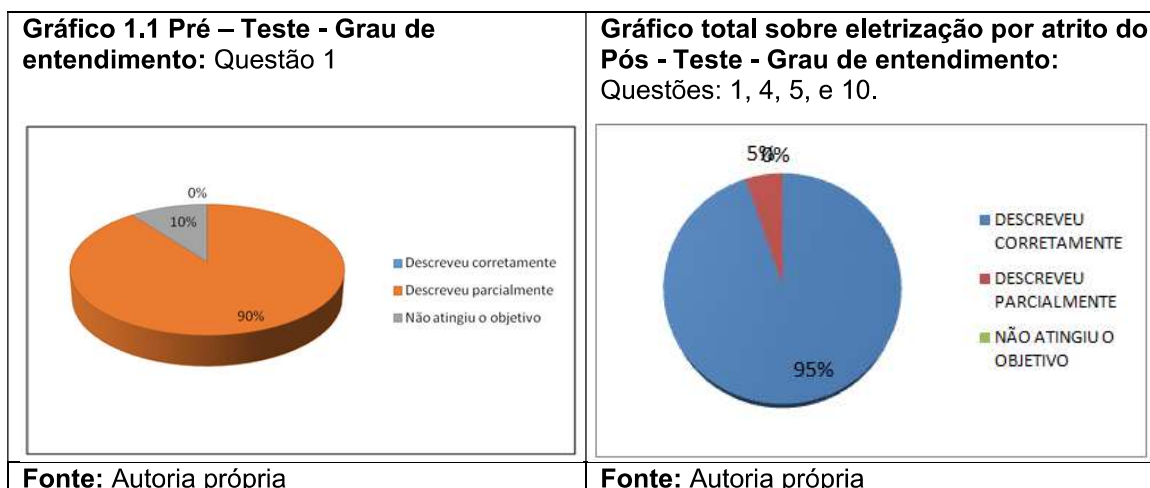
Na questão 09, alguns termos mais específicos da eletrostática são trabalhados, e, todos os 29 alunos souberam responder corretamente esta questão que trabalha com a carga elétrica de dentro de um condutor que é nula, linhas do campo elétrico e sobre a emissão de descargas elétricas, mostrando assim, que as aulas foram claras nestes processos.

Na questão 10, observamos que os conceitos trabalhados nesta questão como eletrização por atrito, indução e movimentação de cargas elétricas, foram bem definidas ao longo das aulas, pois todos os 29 alunos responderam corretamente esta questão mostrando possuir subsunçores suficientes para responder este tipo de questão.

6.3 Análise conjunta do Pré-Teste e Pós-Teste.

As questões foram analisadas de forma de comparação entre os gráficos das questões que se associam com o conteúdo entre o Pré-Teste e o Pós-Teste.

5 Questões que abordam o conhecimento de eletrização por atrito.



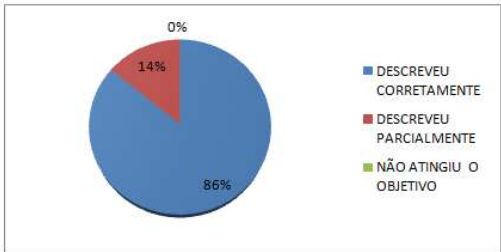
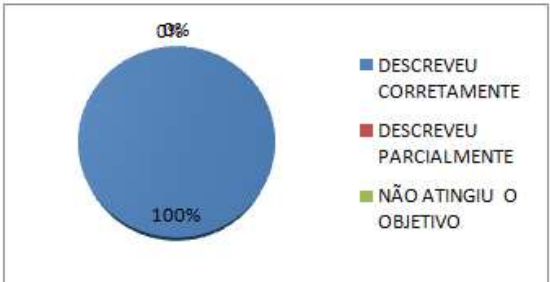
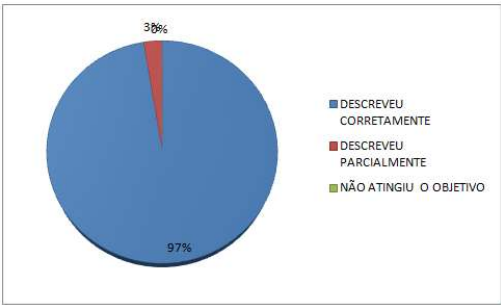
De acordo com os gráficos obtidos através de uma análise das respostas dos alunos sobre a questão 1, consta que 90% dos alunos descreveram parcialmente sobre o conceito de Eletrização por Atrito, ou seja, o aluno foi capaz de perceber a existência do fenômeno físico na questão, porém não foi capaz de compreender e entender o fenômeno descrito e/ou associaram o fenômeno descrito sobre eletrização por atrito com um outro fenômeno físico incorretamente. O aluno X neste momento respondeu: “Já senti essa atração quando aproximei o meu braço da TV”.

Já com os dados obtidos no gráfico do Pós-Teste sobre as questões que envolvem o conceito de Eletrização por Atrito, podemos observar que os alunos, após a aplicação da sequência de aula, obtiveram melhorias nos conhecimentos deste através dos subsunçores adquiridos, sendo assim, possuindo palavras e conceitos apropriados sobre este conceito.

O aluno GX, no Pré-Teste, respondeu: “O pente atrai como um ímã, atraindo os papeis para ele”. Este mesmo aluno, no momento do Pós-Teste, acertou todas as questões que envolvia a Eletrização por Atrito, mostrando ter

compreendido os conceitos fundamentais apresentados na sala de aula, obtendo assim, subsunçores suficientes para a aprendizagem deste conteúdo.

4 Questões que abordam o conhecimento de eletrização por contato.

<p>Gráfico 2.1 – Pré – Teste – Grau de Entendimento: Questão 2.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESCREVEU CORRETAMENTE</td> <td>86%</td> </tr> <tr> <td>DESCREVEU PARCIALMENTE</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>NÃO ATINGIU O OBJETIVO</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoria	Porcentagem	DESCREVEU CORRETAMENTE	86%	DESCREVEU PARCIALMENTE	14%	NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%	<p>Gráfico total sobre eletrização por contato do Pós - Teste - Grau de entendimento: Questões: 3 e 8.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESCREVEU CORRETAMENTE</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>DESCREVEU PARCIALMENTE</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>NÃO ATINGIU O OBJETIVO</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoria	Porcentagem	DESCREVEU CORRETAMENTE	100%	DESCREVEU PARCIALMENTE	0%	NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%
Categoria	Porcentagem																
DESCREVEU CORRETAMENTE	86%																
DESCREVEU PARCIALMENTE	14%																
NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%																
Categoria	Porcentagem																
DESCREVEU CORRETAMENTE	100%																
DESCREVEU PARCIALMENTE	0%																
NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%																
<p>Fonte: Autoria própria</p>	<p>Fonte: Autoria própria</p>																
<p>Gráfico 3.1 – Pré – Teste – Grau de Entendimento: Questão 3.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESCREVEU CORRETAMENTE</td> <td>97%</td> </tr> <tr> <td>DESCREVEU PARCIALMENTE</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>NÃO ATINGIU O OBJETIVO</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoria	Porcentagem	DESCREVEU CORRETAMENTE	97%	DESCREVEU PARCIALMENTE	3%	NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%									
Categoria	Porcentagem																
DESCREVEU CORRETAMENTE	97%																
DESCREVEU PARCIALMENTE	3%																
NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%																
<p>Fonte: Autoria própria</p>																	

De acordo com os gráficos obtidos através de uma análise das respostas dos alunos sobre as questões 2 e 3 que consistem em abordar conceitos sobre Eletrização por Contato, podemos observar que o rendimento sobre este conceito está classificado como descreveram parcialmente, e, também, podemos observar que os alunos já em algum momento o fenômeno apresentado ou um parecido com os das questões na sua vida cotidiana.

O aluno DF disse em sua resposta que sentiu essa eletrização ao tomar banho encostando-se ao registro do chuveiro. Já o aluno XC disse que os termos Calor e Temperatura seriam os responsáveis pelo fenômeno em

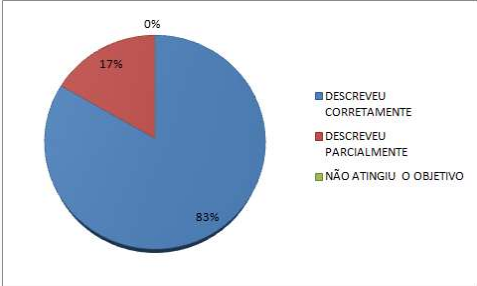
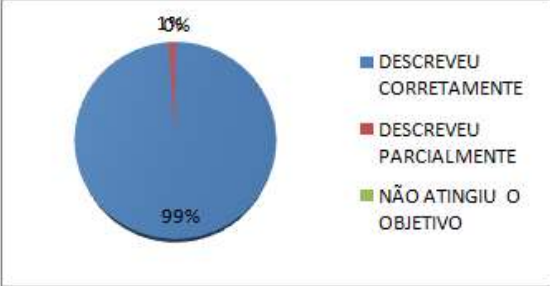
questão. O aluno LM relatou que o responsável seria o choque térmico pela diferença de temperatura do carro e o ambiente.

Analisando os dados obtidos no questionário na questão 3 do Pré-Teste, verificamos que 1 aluno respondeu à questão associando o arrepio dos cabelos há uma experiência já vivenciada, ou seja, o aluno Z descreveu que já sentiu essa eletrização ao se aproximar de uma TV modelo antiga (tubo de imagem). Outro aluno, o RR, no momento de responder a questão 2 do Pré-Teste disse: “pois o carro, é como se fosse um Campo Magnético, que ao sair do carro, este campo é responsável pelo choque, porém o porquê de da especificação do texto sobre dias secos e frios não sei responder”.

Já no Pós – Teste, podemos observar que as questões 3 e 8, que tratam sobre este conceito de Eletrização por Contato, os alunos conseguiram atingir a totalidade de acertos nestas questões, mostrando a compreensão do conteúdo após a aplicação dessa sequência de aula com os mais diversos tipos de instrumentos de aprendizagem apresentado tais como os simuladores e experimentos apresentados, proporcionando uma melhoria significativa em relação ao levantamento das dificuldades já que acertaram todas as questões.

No Pós-Teste, o professor pode observar facilidade dos alunos ao associarem o conteúdo de Eletrização por Contato com os instrumentos apresentados neste trabalho.

5 Questões que abordam o conhecimento de eletrização por Indução.

<p>Gráfico 4.1 – Pré – Teste – Grau de Entendimento: Questão 4.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESCREVEU CORRETAMENTE</td> <td>83%</td> </tr> <tr> <td>DESCREVEU PARCIALMENTE</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>NÃO ATINGIU O OBJETIVO</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoria	Porcentagem	DESCREVEU CORRETAMENTE	83%	DESCREVEU PARCIALMENTE	17%	NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%	<p>Gráfico total sobre eletrização por contato do Pós - Teste - Grau de entendimento: Questões: 2, 6, 7 e 9.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoria</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DESCREVEU CORRETAMENTE</td> <td>99%</td> </tr> <tr> <td>DESCREVEU PARCIALMENTE</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>NÃO ATINGIU O OBJETIVO</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	Categoria	Porcentagem	DESCREVEU CORRETAMENTE	99%	DESCREVEU PARCIALMENTE	1%	NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%
Categoria	Porcentagem																
DESCREVEU CORRETAMENTE	83%																
DESCREVEU PARCIALMENTE	17%																
NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%																
Categoria	Porcentagem																
DESCREVEU CORRETAMENTE	99%																
DESCREVEU PARCIALMENTE	1%																
NÃO ATINGIU O OBJETIVO	0%																
<p>Fonte: Autoria própria</p>	<p>Fonte: Autoria própria</p>																

Neste momento, a questão 4 do Pré – Teste aborda o conceito de Eletrização por Indução, e de acordo com os gráficos obtidos, observamos que o quantitativo de alunos que não atingiu o objetivo da questão foi o maior entre as propostas, mostrando que grande parte dos alunos não sabem nada deste conceito. Neste momento, o aluno G disse que já sentiu ou observou essa eletrização ao tomar banho ou observando os raios. O aluno YM, no Pré-Teste, questão 4 disse: “se o raio atingir o para-raios e não tiver um aterramento, o mesmo irá se chocar com o para-raios sendo desviado e o raio irá atingir outro lugar”. Porém este mesmo aluno, após passar por toda a sequência didática apresentada, relatou que o para-raios recebe a descarga elétrica e transfere a energia para a Terra e a Terra dissipa essa energia.

Agora observando o resultado no Pós – Teste, que corresponde 2,6, 7,9, trata sobre este conceito de Eletrização por Indução, e, verificamos que os alunos conseguiram descrever corretamente, mostrando que compreendeu e entendeu o fenômeno descrito nas questões após utilizarem todas as abordagens dessa sequência de aula apresentada junto com os experimentos.

Relato do aluno YY durante as aulas.

“Agora eu to entendendo professor, graças a este experimento que arrepiou o cabelo o que é indução”.

Relato do aluno ZZ durante as aulas.

“Essa bobina me faz parar e pensar o porquê das descargas elétricas”

Diante dos dados apresentados, consideramos que a atividade foi potencialmente significativa por ter significado lógico, parecendo ter sido incorporado à estrutura cognitiva dos alunos que relacionaram os subsunçores da Eletrostática, sendo assim criando novos conhecimentos.

As atividades também foram suficientemente não arbitrárias e não aleatórias, relacionando-se, de forma substantiva, aos subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos alunos e permitindo a interação entre aquilo que o aluno sabe e o que precisa ser aprendido. De tal maneira, os alunos demonstraram que captaram e negociaram os significados, apresentando assim, indícios de que houve Aprendizagem Significativa.

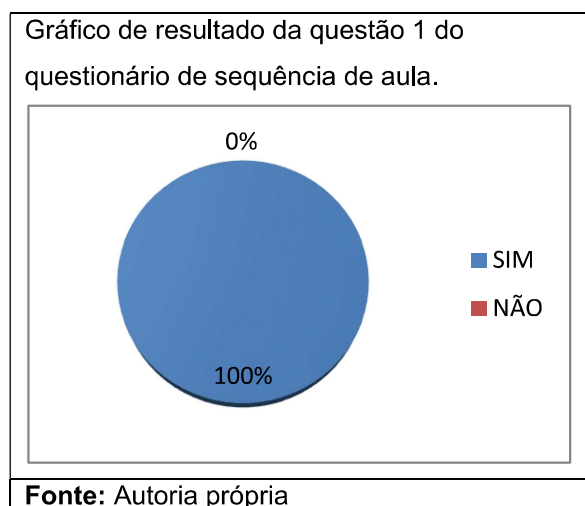
7. Resultados do questionário da sequência de aula

Após a aplicação da sequência de aula, os alunos responderam o questionário de avaliação da sequência de aula.

Após analisar, observa-se que os alunos aprovaram o método aplicado na aula.

1. O conteúdo foi explícito de forma clara?

() Sim () Não



Verificamos que todos os alunos concordaram que o conteúdo apresentado foi feito de forma clara, sendo assim não restando dúvidas sobre ele.

2. As atividades experimentais desenvolvidas nas aulas obtiveram ganho para seu conhecimento?

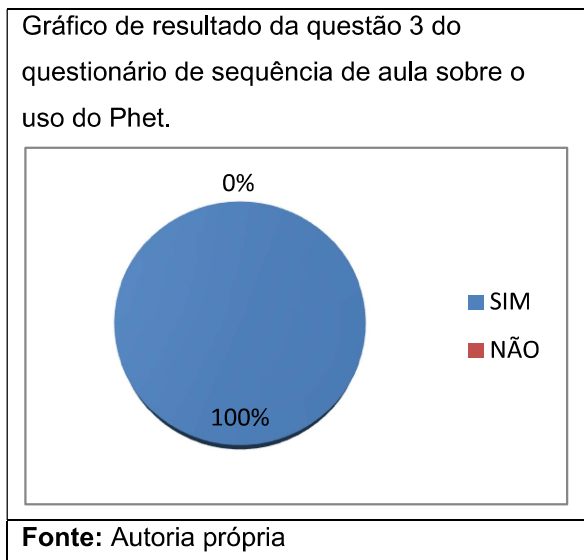
Sim Não



Um total de 100% dos alunos disse que os experimentos foram fundamentais para o entendimento dos conteúdos apresentados.

3. A utilização de simuladores do Phet deixou mais claro a movimentação de cargas elétricas?

Sim Não



A utilização de simuladores no ensino de física sempre é algo muito atrativo e ideal na utilização em conteúdo mais abstratos, isto é comprovado neste resultado onde 100% dos alunos relataram que os simuladores deixaram os conteúdos mais claros.

4. As dúvidas que foram surgindo ao longo do processo foram sanadas com o auxílio da bobina de Testa e do Para raios com fio terra?
 Sim Não



Os alunos ficaram encantados com o uso da bobina de Tesla, com para-raios e com o fio terra, pois puderam vivenciar o cotidiano da vida deles,

sanando assim todas as dúvidas relatadas durante o processo de ensino aprendizagem, obtendo subsunções de conhecimento deste conteúdo.

5. Deixe seu comentário sobre as aulas de Eletrostática.

Relato do aluno WW.

“Tudo que eu achava que era difícil de compreender agora ficou muito mais fácil, excelente aula professor”.

Relato do aluno ~.

“Nunca pensei que física poderia ser tão legal e fácil de ser entendido, o uso de experimentos associados aos simuladores me fez mudar de pensamento”.

Relato do aluno PP.

“Vou construir uma bobina de Tesla em casa para poder brincar com ela. Excelente aula professor”.

Relato do aluno BB.

“Vou construir uma bobina de Tesla em casa para poder brincar com ela. Excelente aula professor”.

Relato do aluno MM.

“Não sabia que as aulas de física poderiam ser tão legais, até hoje só tive aula com livros e achava as aulas chatas, mas agora, estou vendo que vou gostar de física, e que tenhamos mais aulas assim”.

CONCLUSÃO

Neste trabalho propomos, aplicamos e analisamos uma sequência didática, voltada a estudantes da segunda série do Ensino Médio, inspirada na Teoria da Aprendizagem Significativa. A partir dos resultados e análises do Pré-Teste, verificamos concepções confusas sobre a Eletrostática em alguns estudantes que definiam os conceitos de Magnetismo e Calor como os responsáveis pelos efeitos eletrostáticos em algumas situações apresentadas. Durante a aplicação da sequência de aulas e por meio das respostas dos alunos percebemos a persistência de certas concepções e observamos também a ocorrência da evolução conceitual.

Estruturamos uma proposta de sequência de aulas através da TAS, priorizando a utilização de situações que fossem abrangentes ao cotidiano dos alunos, a fim de estabelecer relações ao que se aprende na sala de aula e o que se presencia no dia a dia. Percebemos que essa prática de estabelecer relações das vivências dos alunos com o conteúdo enriqueceu as informações do conhecimento científico, além de permitir maior envolvimento dos alunos durante as aulas.

A partir das análises das atividades realizadas durante a intervenção verificamos uma relação entre o senso comum e os conceitos científicos nas situações apresentadas, entretanto, apesar dessa constatação, observamos que os alunos foram se apropriando gradualmente dos conceitos trabalhados, sabendo aplicá-los de maneira mais adequada cientificamente no decorrer das aulas.

Durante e após a aplicação da sequência de aulas, constatamos que as estratégias adotadas, juntamente com a mediação do professor, promoveram resultados potencialmente significativos quando comparamos os resultados do Pós-Teste em relação ao Pré-Teste.

Em todas as atividades aplicadas oportunizamos momentos para que os alunos compartilhassem seus conhecimentos. Dentre as atividades aplicadas, observamos grande entusiasmo nos alunos ao utilizarem os diferentes

instrumentos propostos (simulares, gerador de Van de Graaff, Bobina de Tesla e o para-raios).

Destacamos ainda uma mudança de comportamento nos alunos em relação ao querer aprender física, pois o interesse demonstrado (o aluno sendo protagonista) nas simulações e experimentos, proporcionou prazer em aprender.

Por fim ressaltamos a importância desta pesquisa para o desenvolvimento profissional do professor mestrando. Foi possível refletir sobre a importância de inserir novas práticas pedagógicas e perceber quais impactos positivos eram causados nos alunos. Através do desenvolvimento da sequência de ensino respaldada na TAS, podemos verificar as contribuições que proporcionaram um resultado potencialmente significativo para o processo de ensino-e-aprendizagem de todos envolvidos nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

A.Serway; Raymond; John W.Jewett, Jr; Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2 - Eletricidade e Magnetismo, Ótica, 6ª edição

A.Serway; Raymond; John W.Jewett, Jr; Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2 - Eletricidade e Magnetismo, Ótica, 6ª edição

ARAGÃO, R.M.R **A Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel**. Tese de Doutorado – Unicamp, 1976.

ARANTES, Alessandra Riposati; MIRANDA, Márcio Santos; STUDART, Nelson. Objetos de Aprendizagem no Ensino de Física: usando simulações do PhET. **A Física na Escola**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. e HANESIAN, H. – **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.

BAUER, Wolfgang; WESTFALL, Gary D.; DIAS, Helio; Física para Universitários: Eletricidade e Magnetismo; Grupo A; 2012.

BAUER, Wolfgang; WESTFALL, Gary D.; DIAS, Helio; Física para Universitários: Eletricidade e Magnetismo; Grupo A; 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias)*. Brasília: MEC, 2002.

COELHO, MICHELE F.F. A influência das concepções de professores de Física sobre a Prática Docente. Brasília – DF, 2012.

COSTA, Marco Antônio F. da; COSTA, Maria de Fátima Barrozoda. **Projeto de Pesquisa**: entenda de faça. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

DE SOUZA FILHO, Geraldo Felipe. SIMULADORES COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA BÁSICA : UMA DISCUSSÃO SOBRE PRODUÇÃO E USO. 2010. 86 f. Dissertação (Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física,)- Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, RIO DE JANEIRO, 2010. Disponível em:

<http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2010_Geraldo_Felipe/dissertacao_Geraldo_Felipe.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2017.

ELETROSTÁTICA: Eletrização. *In*: MARIA Regina de Almeida Paz , Wilson de Melo Mariano: Física - Ciências da Natureza e suas tecnologias. [S. l.]: Rede Pitágoras, 2019. v. 9, cap. 1, p. 1 - 160.

ELETROSTÁTICA: Eletrização. *In*: MARIA Regina de Almeida Paz , Wilson de Melo Mariano: Física - Ciências da Natureza e suas tecnologias. [S. l.]: Rede Pitágoras, 2019. v. 9, cap. 1, p. 1 - 160.

FARIA, W. de. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. São Paulo, Ática, 1989.

FERRARO, NICOLAU G. Física Ciência e Tecnologia. 2º edição São Paulo 2010 Ed. Moderna. PHET. Physics Educational Technology. Disponível em <http://phet.colorado.edu>.

FOWLER, Richard; Fundamentos de Eletricidade: Corrente Contínua e Magnetismo, 7ª Edição – volume um e 1; Grupo A; 2012

FOWLER, Richard; Fundamentos de Eletricidade: Corrente Contínua e Magnetismo, 7ª Edição - volumeume 1; Grupo A; 2012

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl; Fundamentos de Física - Vol. 3 - Eletromagnetismo, 10ª edição; Grupo GEN; 2016.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl; Fundamentos de Física - Vol. 3 - Eletromagnetismo, 10ª edição; Grupo GEN; 2016.

HEWITT, Paul; Física Conceitual; Grupo A; 2015.

HEWITT, Paul; Física Conceitual; Grupo A; 2015.

<http://www.algosobre.com.br/fisica/atomo.html> (acesso em 03/05/2020).

<http://www.algosobre.com.br/fisica/atomo.html> (acesso em 03/05/2020).

<HTTP://www.ufjf.br/fisicaecidadania/2013/12/16/0-que-e-e-como-funciona-a-pintura-eletrstatica/>

<https://www.ufjf.br/fisicaecidadania/2013/12/16/o-que-e-e-como-funciona-a-pintura-eletrstatica/>

JUNIOR, Francisco Ramalho. **Os fundamentos da Física**. 9.ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 2007.

JUNIOR, Francisco Ramalho. **Os fundamentos da Física**. 9.ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 2007.

LABURÚ, Carlos Eduardo e ARRUDA, Sérgio de Mello. A Construção de uma bobina de Tesla para o uso em demonstrações na sala de aula – Cad. Bras. Ens. Fís., v.21, n. especial: p. 217-226. 2004.

MOREIRA, M. A. **A teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília, UnB, 2006.

MOREIRA, M. A. e MASSINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa, a teoria de Ausubel**. São Paulo, Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo, EPU, 1999.

Moreira, M.A. e Masini, E.A.F. (1982). *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes.

N. Tesla. Experiments with alternate currents of high potencial an high frequency, Omni Hawthorne, California (1979).

Nikola Tesla and David H. Childress (Editor), The fantastic inventions of Nikola Tesla, Adventures Unlimetide Pr. New York, (1993) [3] Revista Brasileira do Ensino de Física, vol.22, n°1, Março, 2000

P.F.T. Dorneles, Integração entre as Atividades Computacionais e Experimentais como Recurso Instrucional no Ensino de Eletromagnetismo em Física Geral. Tese de Doutorado em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010; P.F.T. Dorneles, E.A. Veit e M.A. Moreira, in: Anais do GIREP (Cyprus, Nicosia, 2008).

PELIZZARI, A. et al. **Teoria da Aprendizagem Significativa segundo Ausubel**. Rev. PEC. Curitiba, v2, n1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

RIPOSATI ARANTES, Alessandra; SANTOS MIRANDA, Márcio ;
STUDART, Nelson . OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE
FÍSICA : USANDO SIMULAÇÕES DO PhET. 1. ed. [S.l.]: Física Na Escola,
2010. 5 p. v. V.11. Disponível em:
<[http://www1.fisica.org.br/fne/edicoes/category/9-volume-11-n-1-
abril?download=62:objetos-de-aprendizagem-no-ensino-de-fisica-usando-
simulacoes-do-phet](http://www1.fisica.org.br/fne/edicoes/category/9-volume-11-n-1-abril?download=62:objetos-de-aprendizagem-no-ensino-de-fisica-usando-simulacoes-do-phet)>. Acesso em: 02 nov. 2017.

SARDELLA, Antônio. Curso de química: Química geral, São Paulo – SP:
Editora Ática, 2002. 25ª Edição, 2ª impressão. 448 págs.

SARDELLA, Antônio. Curso de química: Química geral, São Paulo – SP:
Editora Ática, 2002. 25ª Edição, 2ª impressão. 448 págs.

TIPLER, Allen, P., MOSCA, Gene. Física para Cientistas e Engenheiros -
Vol. 2 – Eletricidade e Magnetismo, Óptica. 6ª edição.

TIPLER, Allen, P., MOSCA, Gene. Física para Cientistas e Engenheiros -
Vol. 2 – Eletricidade e Magnetismo, Óptica. 6ª edição.

TORRES, Carlos Magno A. **Física – Ciência e Tecnologia**. Vol. 3. 2.ed.
São Paulo: Moderna, 2010.

TORRES, Carlos Magno A. **Física – Ciência e Tecnologia**. Vol. 3. 2.ed.
São Paulo: Moderna, 2010.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. In: Educação
e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. **Ensinando Física Moderna para o
segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**.
Caderno Catarinense e de Ensino de Física, v. 15, p. 121–135, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Pré-Teste



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Vinicius Teixeira Mardegan

Gustavo Viali Loyola

PRÉ TESTE

Vitória – ES
Março – 2020

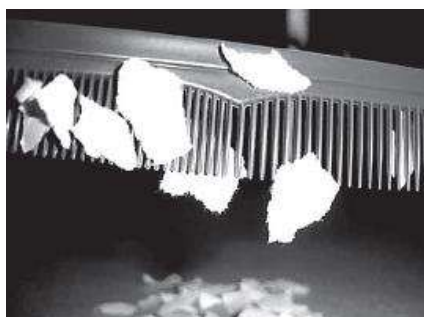
CENTRO ESTADUAL INTERESCOLAR "ÁTTILA DE ALMEIDA MIRANDA"

Nome do Aluno: _____ - Série: _____

Questão 1.

[Enem (Libras) 2017]-(ADAPTADO PELO AUTOR)

Um pente plástico é atritado com papel toalha seco. A seguir ele é aproximado de pedaços de papel que estavam sobre a mesa. Observa-se que os pedaços de papel são atraídos e acabam grudados ao pente, como mostra a figura.



Disponível em: <http://ogostoamargodometal.wordpress.com>.
Acesso em: 10 ago. 2012.

Nessa situação, Explique como se dá a movimentação dos pedaços de papel até o pente:

Questão 2.

(UEL-PR) (ADAPTADA PELO AUTOR) Em dias frios e secos, podemos levar um choque quando, ao sair de um automóvel e colocamos a mão na porta para fechá-la. Explique com suas palavras por que ocorre este fenômeno.



Questão 3.

Rede Pitágoras – caderno 4. - É muito comum em laboratórios e feiras de Ciências a presença do gerador de Van de Graaff. Este equipamento desperta um particular interesse entre os alunos por conseguir desempenhar atividades divertidas, como podemos ver na figura. Explique com suas palavras por que os cabelos da garota da figura abaixo se arrepiam quando ela toca o globo do gerador.



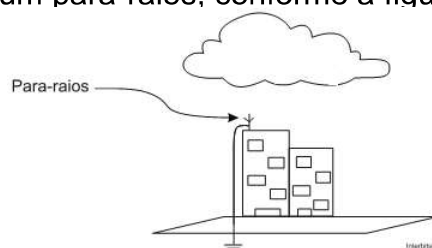
Questão 4.

(G1 - ifsp 2013 – Adaptada pelo Autor) Raios são descargas elétricas de grande intensidade que conectam as nuvens de tempestade na atmosfera e o solo. A intensidade típica de um raio é de 30 mil ampères, cerca de mil vezes a intensidade de um choque elétrico, e eles percorrem distâncias da ordem de 5 km.

(www.inpe.br/webelat/homepage/menu/el.atm/perguntas.e.respostas.php.

Acesso em: 30.10.2012.)

Durante uma tempestade, uma nuvem carregada se aproxima de um edifício que possui um para-raios, conforme a figura a seguir.



Explique por que se deve fazer o aterramento do para-raios na terra.

APÊNDICE B – Pós-Teste

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Vinicius Teixeira Mardegan

Gustavo Viali Loyola

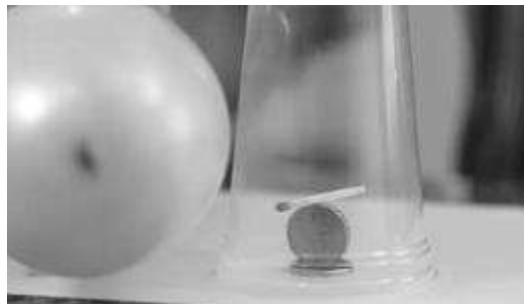
PÓS TESTE

Vitória – ES

2019

CENTRO ESTADUAL INTERESCOLAR "ÁTTILA DE ALMEIDA MIRANDA"**Nome do Aluno:** _____ **- Série:** _____

1. (Ufu 2019) Um estudante realiza um experimento, utilizando duas moedas, um palito de fósforo, um balão de festa e um copo plástico descartável transparente. Primeiramente, ele coloca o palito de fósforo em equilíbrio sobre uma moeda posicionada na vertical, que se equilibra sobre a segunda moeda na horizontal. Em seguida, cobre o sistema com o copo descartável. Em um outro momento, ele infla o balão e o esfrega no próprio cabelo. Por fim, ele aproxima o balão do palito de fósforo pelo lado de fora do copo de plástico e movimenta o balão em volta do copo. Como resultado, o estudante observa que o palito de fósforo gira sobre a moeda, acompanhando o movimento do balão. A figura mostra o dispositivo montado.



<http://www.manualdomundo.com.br>. Acesso em 02.fev.2019. (Adaptado)

Qual a explicação para o fato de o palito acompanhar o movimento do balão?

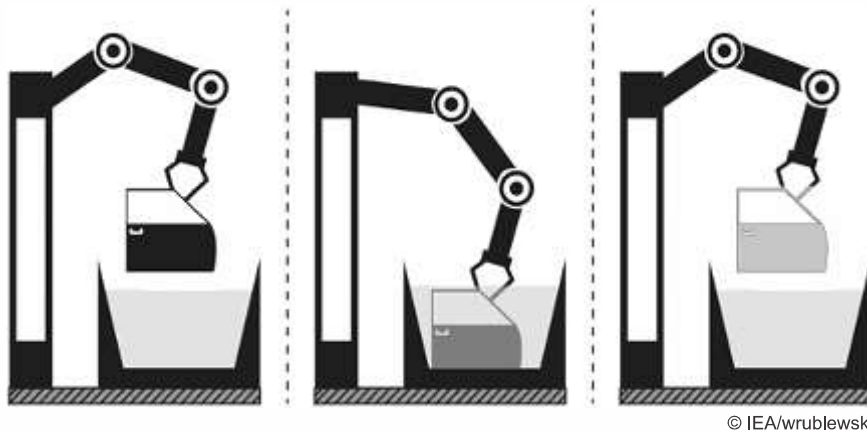
2. (Ufrgs 2018) Uma carga negativa Q é aproximada de uma esfera condutora isolada, eletricamente neutra. A esfera é, então, aterrada com um fio condutor. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Se a carga Q for afastada para bem longe enquanto a esfera está aterrada, e, a seguir, for desfeito o aterramento, a esfera ficará _____.

Por outro lado, se primeiramente o aterramento for desfeito e, depois, a carga Q for afastada, a esfera ficará _____.

- a) eletricamente neutra – positivamente carregada
- b) eletricamente neutra – negativamente carregada
- c) positivamente carregada – eletricamente neutra
- d) positivamente carregada – negativamente carregada
- e) negativamente carregada – positivamente carregada

3. (Pucpr 2017) Uma indústria automotiva faz a pintura de peças de um veículo usando a pintura eletrostática, processo também conhecido como pintura a pó. Nele, a pinça de um braço robótico condutor que segura a peça é ligada a um potencial de 1kV. A pinça junto com a peça é imersa em um tanque de tinta em pó à 0V. A diferença de potencial promove a adesão da tinta à peça, que depois é conduzida pelo mesmo braço robótico a um forno para secagem. Após essa etapa, o robô libera a peça pintada e o processo é reiniciado. A ilustração a seguir mostra parte desse processo.



A indústria tem enfrentado um problema com a produção em série: após duas ou três peças pintadas, a tinta deixa de ter adesão nas peças. Uma possível causa para tal problema é:

- a) o movimento do braço robótico carregando a peça no interior da tinta gera atrito e aquece o sistema, anulando a diferença de potencial e impedindo a adesão eletrostática.
- b) a ausência de materiais condutores faz com que não exista diferença de potencial entre a peça e a tinta.
- c) cada peça pintada diminui a diferença de potencial até que, após duas ou três peças pintadas, ela torne-se nula.
- d) quando a pinça e a peça são imersas na tinta, ambos entram em equilíbrio eletrostático, o que impede que a tinta tenha aderência sobre a superfície da peça.
- e) com o tempo, a pinça acaba ficando recoberta por uma camada de tinta que atua como isolante elétrico anulando a diferença de potencial entre a peça e a tinta.

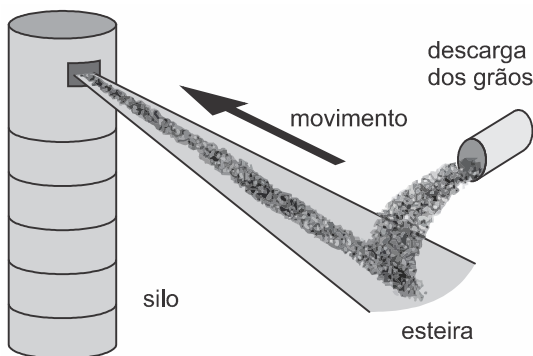
4. (G1 - ifsp 2016) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica.

Pele de coelho	
Vidro	
Cabelo humano	
Mica	
Lã	+
Pele de gato	↑
Seda	↓
Algodão	-
Âmbar	
Ebonite	
Poliéster	
Isopor	
Plástico	

Através dessa série é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente.

O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado:

5. (G1 - cps 2015) O transporte de grãos para o interior dos silos de armazenagem ocorre com o auxílio de esteiras de borracha, conforme mostra a figura, e requer alguns cuidados, pois os grãos, ao caírem sobre a esteira com velocidade diferente dela, até assimilarem a nova velocidade, sofrem escorregamentos, eletrizando a esteira e os próprios grãos. Essa eletrização pode provocar faíscas que, no ambiente repleto de fragmentos de grãos suspensos no ar, pode acarretar incêndios.



Nesse processo de eletrização, os grãos e a esteira ficam carregados com cargas elétricas de sinais

- iguais, eletrizados por atrito.
- iguais, eletrizados por contato.
- opostos, eletrizados por atrito.
- opostos, eletrizados por contato.
- opostos, eletrizados por indução.

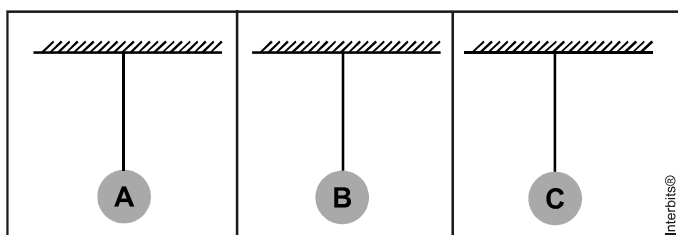
6. (Ufrgs 2014) Considere dois balões de borracha, A e B. O balão B tem excesso de cargas negativas; o balão A, ao ser aproximado do balão B, é repelido por ele. Por outro lado, quando certo objeto metálico isolado é aproximado do balão A, este é atraído pelo objeto.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A respeito das cargas elétricas líquidas no balão A e no objeto, pode-se concluir que o balão A só pode _____ e que o objeto só pode _____.

- a) ter excesso de cargas negativas – ter excesso de cargas positivas
- b) ter excesso de cargas negativas – ter excesso de cargas positivas ou estar eletricamente neutro
- c) ter excesso de cargas negativas – estar eletricamente neutro
- d) estar eletricamente neutro – ter excesso de cargas positivas ou estar eletricamente neutro
- e) estar eletricamente neutro – ter excesso de cargas positivas

7. (G1 - cftmg 2010) Três esferas idênticas, **A**, **B** e **C**, encontram-se separadas e suspensas por fios isolantes conforme ilustração.



As seguintes ações e observações são, então, realizadas:

Ações	Observações
Aproxima-se A de B	
Aproxima-se B de C	

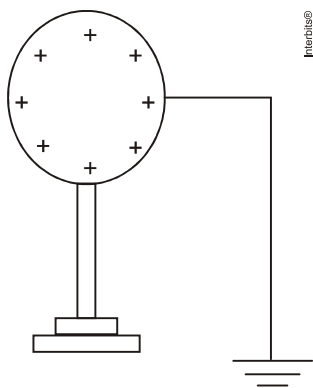
Das possibilidades apresentadas na tabela seguinte,

Possibilidades	Cargas Das Esferas		
	A	B	C
1 ^a	+	+	0
2 ^a	0	0	+
3 ^a	-	-	0
4 ^a	-	+	-

aquelas que estão em conformidade com as observações são

- a) 1^a e 2^a.
- b) 1^a e 3^a.
- c) 2^a e 4^a.
- d) 3^a e 4^a.

8. (G1 - cps 2010) Um condutor eletrizado positivamente está isolado. Ao ser ligado à Terra, por meio de um fio condutor, ele se descarrega em virtude da subida da seguinte partícula proveniente dessa ligação.



- a) prótons.
- b) nêutrons.
- c) quarks.
- d) neutrinos.
- e) elétrons.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:
A ÁGUA NA ATMOSFERA

O calor proveniente do Sol por irradiação atinge o nosso Planeta e evapora a água que sobe, por ser ela, ao nível do mar, menos densa que o ar. Ao encontrar regiões mais frias na atmosfera, o vapor se condensa, formando pequenas gotículas de água que compõem, então, as nuvens, podendo, em parte, solidificar-se em diferentes tamanhos. Os ventos fortes facilitam o transporte do ar próximo ao chão - a temperatura, em dias de verão, chega quase a 40° - para o topo das nuvens, quando a temperatura alcança 70°C. Há um consenso, entre pesquisadores, de que, devido à colisão entre partículas de gelo, água e granizo, ocorre a eletrização da nuvem, sendo possível observar a formação de dois centros: um de cargas positivas e outro de cargas negativas. Quando a concentração de cargas nesses centros cresce muito, acontecem, então, descargas entre regiões com cargas elétricas opostas.

Essas descargas elétricas - raios - podem durar até 2s, e sua voltagem encontra-se entre 100 milhões e 1 bilhão de volts, sendo a corrente da ordem de 30 mil amperes, podendo chegar a 300 mil amperes e a 30.000°C de temperatura. A luz produzida pelo raio chega quase instantaneamente, enquanto que o som, considerada sua velocidade de 300 m/s, chega num tempo 1 milhão de vezes maior. Esse trovão, no entanto, dificilmente será ouvido, se acontecer a uma distância superior a 35 km, já que tende seguir em direção à camada de ar com menor temperatura.

Física na Escola, vol. 2, nº 1, 2001 [adapt.]

9. (Ufpel 2005) Com base no texto e em seus conhecimentos, analise as seguintes afirmativas.

- I. Um condutor só pode ser carregado por indução.
- II. O campo elétrico, dentro de um condutor isolado e carregado, é sempre nulo.
- III. As linhas de força do campo elétrico são perpendiculares às superfícies equipotenciais.

IV. Descargas elétricas ocorrem em consequência do rompimento da rigidez dielétrica do ar.

Estão corretas

- a) apenas I, II e III.
- b) apenas I, III e IV.
- c) apenas II e IV.
- d) apenas II, III e IV.
- e) todas as afirmativas.

10. (Pucsp 2001) Leia com atenção a tira do gato Garfield mostrada a seguir e analise as afirmativas que se seguem.



I - Garfield, ao esfregar suas patas no tapete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por atrito.

II - Garfield, ao esfregar suas patas no tapete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por indução.

III - O estalo e a eventual faísca que Garfield pode provocar, ao encostar em outros corpos, são devidos à movimentação da carga acumulada no corpo do gato, que flui de seu corpo para os outros corpos.

Estão certas

- a) I, II e III.
- b) I e II.
- c) I e III.
- d) II e III.
- e) apenas I.

Gabarito do Pós-Teste

Resposta da questão 1:

Neste caso há a eletrização do balão por atrito com o cabelo do estudante e ao aproximar o balão carregado do copo descartável, há também a eletrização por indução no palito. Esse fenômeno faz com que o palito acompanhe o movimento do balão, pois está com cargas internas separadas sendo as cargas contrárias ao do balão mais próximas e ele, causando a atração.

Resposta da questão 2:

[A]

Quando a carga é afastada antes de se romper o contato com o fio terra, a esfera condutora permanece com carga **neutra**, mas, por outro lado, se a carga é mantida próxima à esfera enquanto é rompido o contato de aterramento, a esfera fica eletrizada **positivamente** por indução, isto é, a carga negativa repulsa as cargas de mesmo sinal para o fio terra, que ao ser rompido, deixa eletrizada a esfera com carga contrária ao indutor (positiva).

Resposta da questão 3:

[E]

Como a pinça metálica que promove o contato elétrico para a peça a ser pintada também é mergulhada na tinta, durante cada ciclo há um acúmulo de tinta nas pinças do braço robótico que servem como isolante elétrico, impedindo a correta eletrização da peça a ser pintada e a consequente adesão da tinta à peça.

Resposta da questão 4:

O vidro precede a seda na série triboelétrica. Portanto, ele é mais eletropositivo (perde elétrons, ficando eletrizado positivamente) que a seda, que é mais eletronegativa (recebe elétrons ficando eletrizada negativamente).

Resposta da questão 5:

[C]

Os grãos sofrem eletrização por atrito e, assim, ficam eletrizados com cargas opostas em relação à correia transportadora.

Resposta da questão 6:

[B]

Quando ocorre repulsão, os corpos estão eletrizados com cargas de mesmo sinal, portanto, se o balão B possui excesso de cargas negativas, o balão A só pode, também, **ter excesso de cargas negativas**; quando ocorre atração, os corpos possuem cargas de sinais opostos ou um deles está neutro. Então, o objeto metálico pode **ter excesso de cargas positivas ou estar eletricamente neutro**.

Resposta da questão 7:

[B]

As esferas **A** e **B** se repelem: possuem cargas de mesmo sinal.

As esferas **B** e **C** se atraem: A esfera **C** está neutra ou possui carga de sinal oposto ao da esfera **B**.

Essas possibilidades combinadas estão na tabela a seguir:

Possibilidades	Cargas Das Esferas		
	A	B	C
1 ^a	+	+	0
2 ^a	+	+	-
3 ^a	-	-	0
4 ^a	-	-	+

Dessas possibilidades, apenas a 1^a e a 3^a aparecem na tabela de opções fornecidas pela questão.

Resposta da questão 8:

[E]

Como o condutor está eletrizado positivamente, para neutralizá-lo eletricamente, sobem elétrons da Terra para ele.

Resposta da questão 9:

[D]

Resposta da questão 10:

[C]

APÊNDICE C – RESULTADOS DO PRÉ – TESTE

Neste tópico trataremos os resultados obtidos após a aplicação do pré-teste. O principal objetivo da categorização é sintetizar e fornece uma representação dos dados brutos. A análise de conteúdo parte do pressuposto que a categorização não impõe desvios ao material, mas que torna conhecidos índices invisíveis nos dados brutos. (BARDIN, 1977, p. 119). A categorização é definida como “uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento, segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos” (BARDIN, 1977, p. 117-8). Para esta análise utilizamos a categorização segundo quadro abaixo, que nos possibilitam classificações adequadas das questões respondidas por cada um dos vinte e nove alunos participantes, com o intuito de identificarmos o nível de conhecimento dos participantes e podermos usar desta rubrica para classificar cada questão em: ¹descreveu corretamente; ²descreveu parcialmente; ³não atingiu o objetivo. Este questionário abrange os fundamentos físicos relacionados aos conteúdos da eletrostática e, gráficos construídos com a utilização do Microsoft Excel.

Quadro 4: Categorização

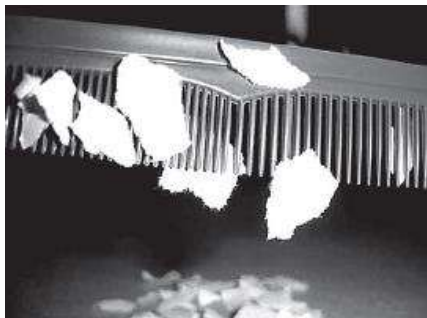
CONCEITOS		
¹ Descreveu corretamente	² Descreveu parcialmente	³ Não atingiu o objetivo
O aluno foi capaz de compreender e entender o fenômeno físico descrito na questão.	O aluno foi capaz de perceber a existência do fenômeno físico na questão, porém não foi capaz de compreender e entender o fenômeno descrito.	O aluno não foi capaz de identificar o fenômeno descrito na questão, bem como não é capaz identificar os conceitos físicos envolvidos.

Fonte: Próprio autor

Questão 1.

[Enem (Libras) 2017]-(ADAPTADO PELO AUTOR)

Um pente plástico é atritado com papel toalha seco. A seguir ele é aproximado de pedaços de papel que estavam sobre a mesa. Observa-se que os pedaços de papel são atraídos e acabam grudados ao pente, como mostra a figura.



Disponível em: <http://ogostoamargodometal.wordpress.com>.
Acesso em: 10 ago, 2012.

Nessa situação, Explique como se dá a movimentação dos pedaços de papel até o pente:

- Número de alunos que responderam o teste:

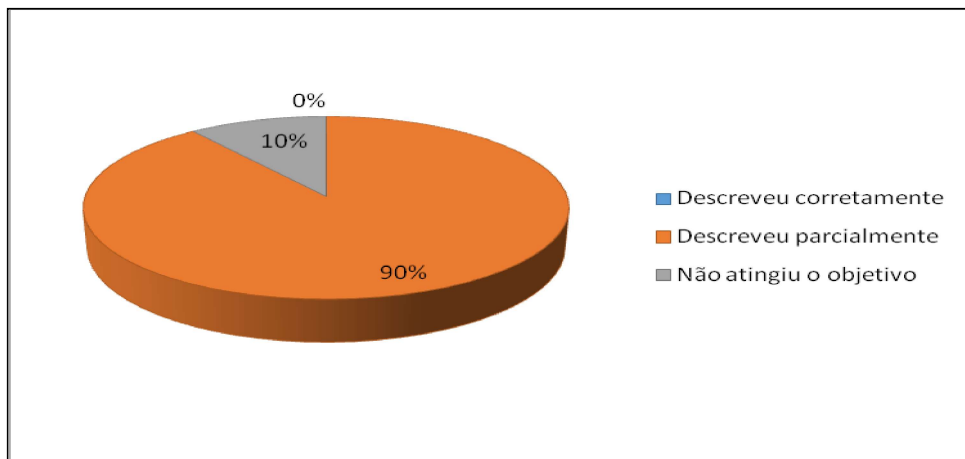
29 Alunos

- Quem respondeu ao teste:

Alunos da 2° Série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Attila de Almeida Miranda.

Na questão 1, 29 alunos responderam o teste, e a análise foi feita por meio de um questionário. A aplicação teve início às 17h05min e cada aluno somente poderia responder a questão 1, não podendo avançar para a próxima questão sem que todos da turma terminassem. Foi utilizado um cronômetro de celular para marcar o tempo e o tempo médio entre o primeiro e o último aluno a terminar a primeira questão foi de 12 minutos.

Gráfico 1.1 – Questão 1 - Pré-teste: Grau de entendimento



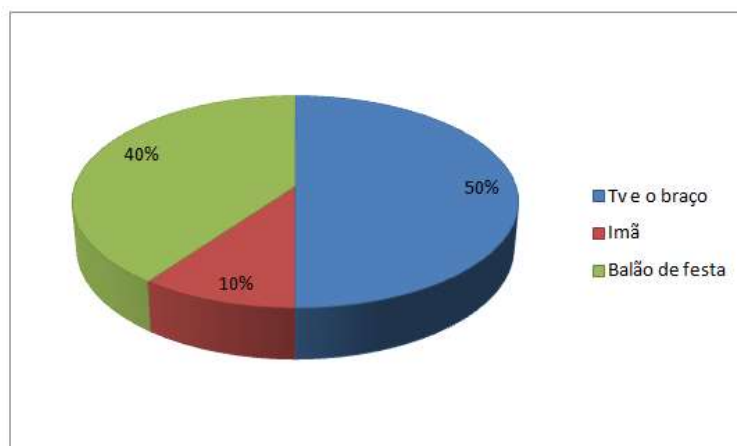
Fonte: Autoria própria

A questão 01 aborda a eletrização por atrito.

Analisando os dados obtidos verificamos que nenhum aluno descreveu corretamente o fenômeno físico envolvido. E que 90% dos alunos descreveram parcialmente o conteúdo relacionado, entretanto 10% dos alunos não atingiram o objetivo da questão.

Seguindo a análise, é possível ressaltar que 10% dos alunos agregaram os conceitos da questão 1 com uma experiência já vivenciada pelo mesmo, como mostra o aluno X “Já senti essa atração quando aproximei o meu braço da TV”.

Gráfico 1.2 – Questão 1 - Associação da questão a uma experiência já vivenciada.



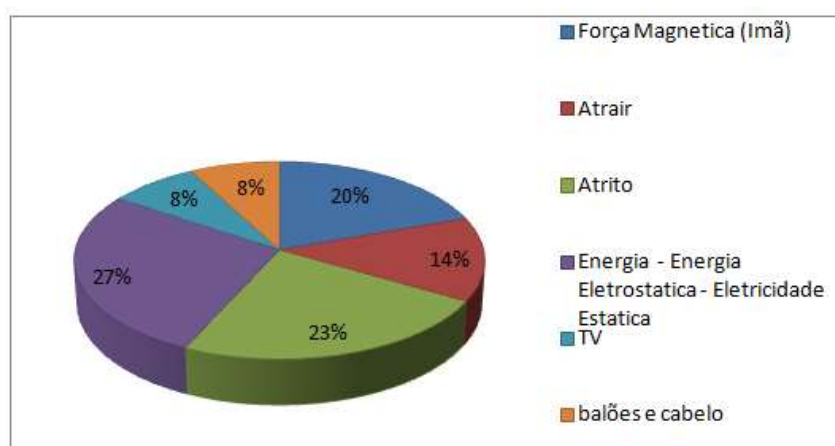
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos verificamos que 10% dos alunos integram o conteúdo da experiência com um ímã, sendo ainda que 50% destes disseram que já sentiram essa eletrização quando aproximam o braço de uma televisão e, 40% disseram que já sentiram a eletrização com balões de festas quando os aproximavam dos cabelos.

Gráfico 1.3 – Questão 1 - Repetição de palavras.

Neste momento foi verificado que ao responder o teste, 89% dos alunos utilizavam palavras repetidoras, mostrando que houve alguma interação possível de ancoragem das palavras ao seu cognitivo.

Gráfico 1.3 – Questão 1 - Repetição de palavras.



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos verificamos que as palavras TV e balões e cabelo que corresponde a 8% do todo, ainda 14% disseram atrair.

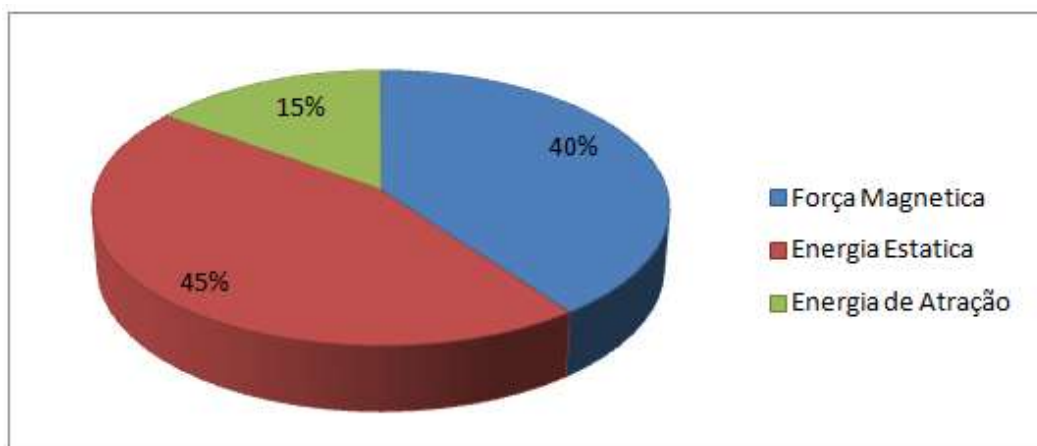
É observado que 20% dos alunos repetiram a palavra força magnética (Ímã), 23% disseram a palavra atrito e 27% utilizaram em suas respostas as palavras energia – energia eletrostática – energia eletrostática – eletricidade estática. Desde modo observamos que o aluno possui uma bagagem (ancoragem) no seu cognitivo sobre o conteúdo da questão.

Gráfico 1.4 – Questão 1 - Conceitos confusos.

Analisando o gráfico abaixo, percebemos que 69% dos alunos acabaram associando outro tipo de conceito ao fenômeno apresentado nesta questão.

Este resultado muito nos chama a atenção, porque o conceito de eletrização por atrito está no início do conteúdo de eletricidade no ensino Médio. A partir desse conceito são definidos vários outros, tais como: eletrização por contato, indução, carga elétrica, campo elétrico, entre outros. Se o aluno não conseguir compreender esse conceito, dificilmente aprenderá de forma significativa os outros conceitos, seja ela por diferenciação progressiva, reconciliação integrativa ou a consolidação proposta por Ausubel como estratégias e instrumentos facilitadores para a aprendizagem.

Gráfico 1.4 – Questão 1 - Conceitos confusos.



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos verificamos que 15% responderam que a haveria uma energia de atração que seria a responsável pelo conceito. Todavia que 40% representativos no gráfico demonstram que os alunos disseram que o responsável pelo conceito era a presença de força magnética, ainda que, logo, 45% referente à repetição do conceito de energia estática, sendo a responsável pelo conceito em questão.

Questão 2.

(UEL-PR) (ADAPTADA PELO AUTOR) Em dias frios e secos, podemos levar um choque quando, ao sair de um automóvel e colocamos a mão na porta para fechá-la. Explique com suas palavras por que ocorre este fenômeno.

**Análise:**

- Número de alunos que responderam o teste:

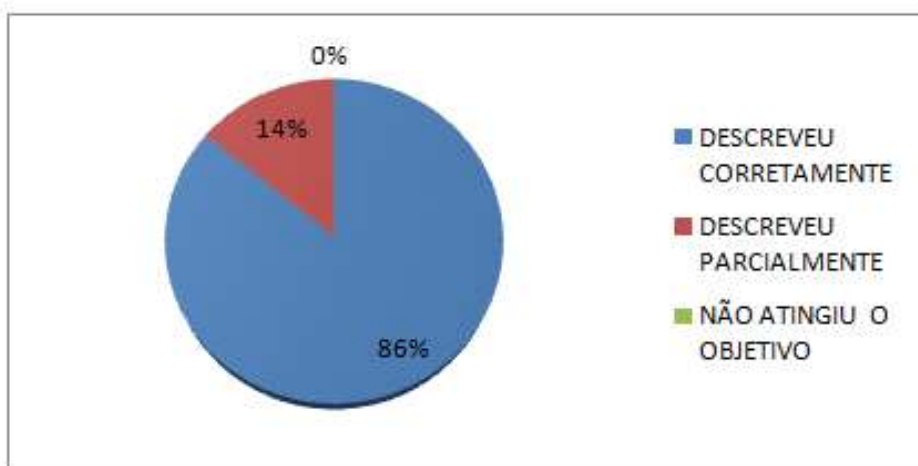
29 Alunos

- Quem respondeu ao teste:

Alunos da 2° Série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Attila de Almeida Miranda.

Na questão 2, 29 alunos responderam o teste, e a análise foi feita por meio de um questionário. A aplicação teve início às 17h18min e cada aluno somente poderia responder a questão 2, não podendo avançar para a próxima questão sem que todos da turma terminassem. Foi utilizado um cronômetro de celular para marcar o tempo e o tempo médio entre o primeiro e o último aluno a terminar a primeira questão foi de 12 minutos.

Gráfico 2.1 – Pré-teste: Grau de entendimento

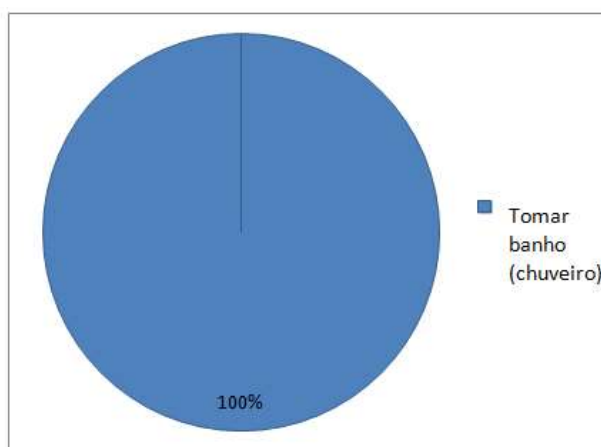


Fonte: Autoria própria

Na questão 02, aborda-se a eletrização por Contato.

Analisando os dados obtidos foi possível verificar que 0% dos alunos obteve o resultado satisfatoriamente, entretanto 86% dos alunos descreveram parcialmente a resposta, mostrando possuírem uma ancoragem com a questão, e, 10% dos alunos responderam o teste não atingindo um nível satisfatório.

Gráfico 2.2 – Questão 2 - Associação da questão a uma experiência já vivenciada.



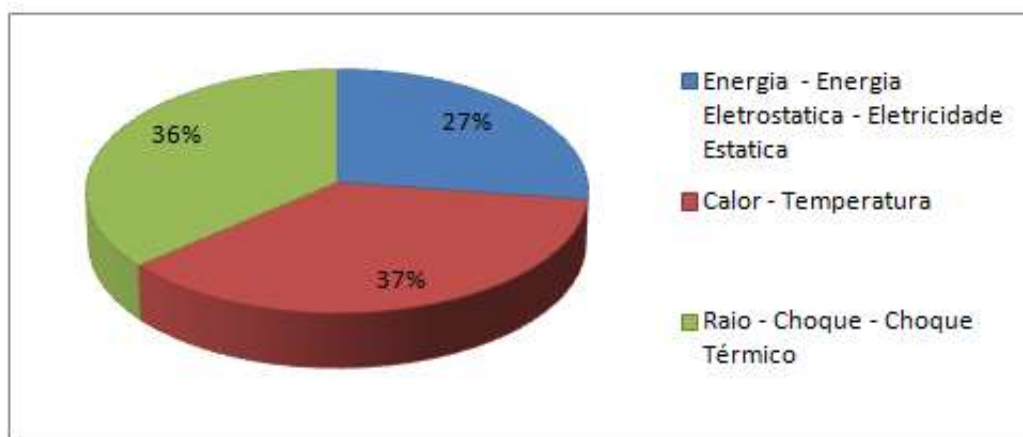
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos foi possível verificar que 17% dos alunos responderam à questão associando o conteúdo em questão há uma experiência já vivenciada, dizendo que já sentiram essa eletrização ao tomar banho encostando-se ao registro do chuveiro.

Gráfico 2.3 – Questão 2 - Repetição de palavras.

Neste momento foi verificado que ao responder o teste, 86% dos alunos utilizavam palavras repetidoras, mostrando que houve alguma interação possível de ancoragem das palavras ao seu cognitivo.

Gráfico 2.3 – Questão 2 - Repetição de palavras.



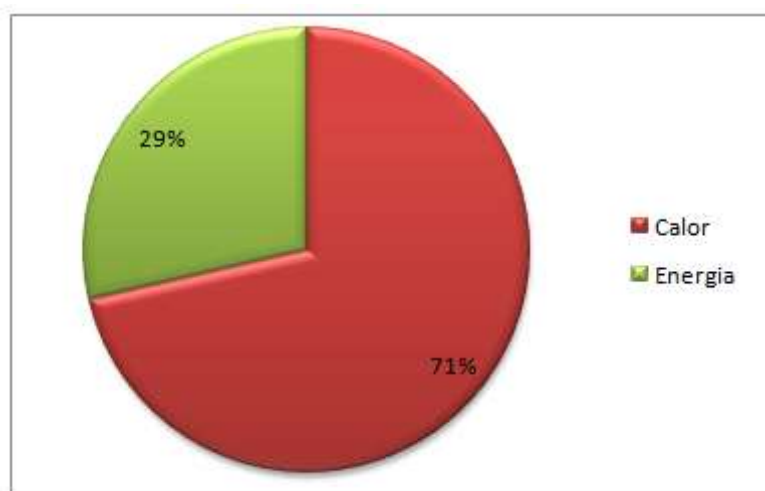
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos foi possível verificar 27% associaram as palavras Energia – Energia Eletrostática – Eletricidade Estática ao contexto da questão envolvida. 36% descreveram os termos Raio – Choque – Choque Térmico como principal responsável pelo conceito em questão, e, 37% disseram que os termos Calor e Temperatura seriam os responsáveis pelo fenômeno em questão. Pode-se verificar que existe uma ancoragem em determinados alunos ao conceito mencionado nesta questão.

Gráfico 2.4 – Questão 2 - Conceitos confusos.

Analisando o gráfico abaixo, percebemos que 72% dos alunos acabaram associando outro tipo de conceito ao acontecimento apresentado nesta questão. Este resultado nos mostra a grande dificuldade de os alunos entenderem os conceitos de eletrização por contato. A partir desse conceito são definidos vários outros, tais como: eletrização por contato, indução, carga elétrica, campo elétrico, entre outros. Se o aluno não conseguir compreender esse conceito, dificilmente aprenderá de forma significativa os outros conceitos, seja ela por diferenciação progressiva, reconciliação integrativa ou a consolidação proposta por Ausubel como estratégias e instrumentos facilitadores para a aprendizagem.

Gráfico 2.4 – Questão 2 - Conceitos confusos.



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos foi possível verificar que 71% dos alunos associaram o conceito de Calor (temperatura) ao fenômeno desta questão ao invés de associar a diferença de potencial elétrico, aterramento e ainda movimentação de cargas elétricas de um corpo para outro.

Em seguida, 27% dos alunos associaram corretamente o fenômeno a um tipo de energia como responsável pelo conceito em questão.

Questão 3.

Rede Pitágoras – caderno 4. - É muito comum em laboratórios e feiras de Ciências a presença do gerador de Van de Graaff. Este equipamento desperta um particular interesse entre os alunos por conseguir desempenhar atividades divertidas, como podemos ver na figura. Explique com suas palavras por que os cabelos da garota da figura abaixo se arrepiam quando ela toca o globo do gerador.

**Análise:**

- Número de alunos que responderam o teste:

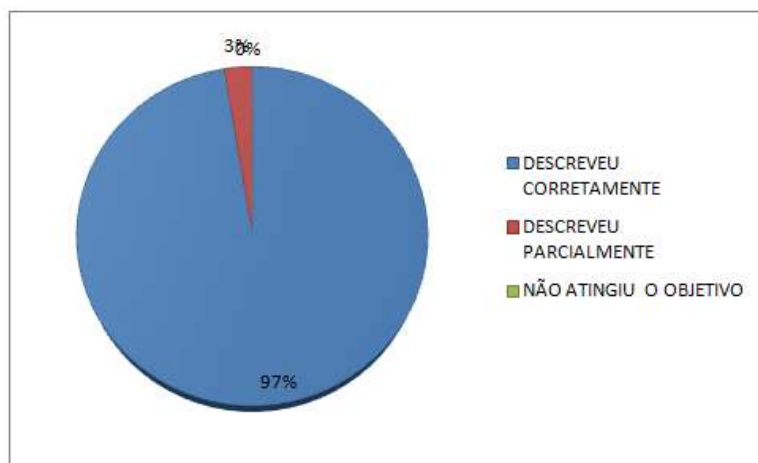
29 Alunos

- Quem respondeu ao teste:

Alunos da 2° Série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Attila de Almeida Miranda.

Na questão 3, 29 alunos responderam o teste, e a análise foi feita por meio de um questionário. A aplicação teve início às 17h 31min e cada aluno somente poderia responder a questão 3, não podendo avançar para a próxima questão sem que todos da turma terminassem. Foi utilizado um cronômetro de celular para marcar o tempo e o tempo médio entre o primeiro e o último aluno a terminar a primeira questão foi de 12 minutos.

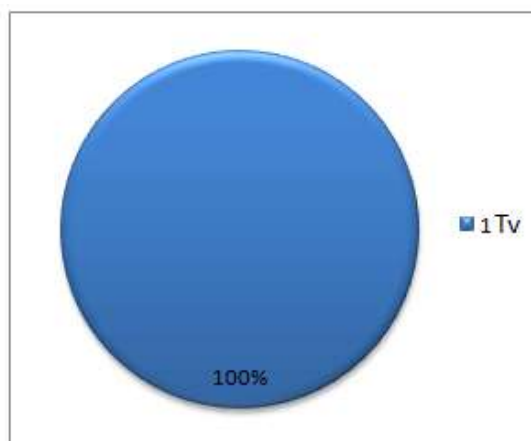
Gráfico 3.1 – Questão 3 - Pré-teste: Grau de entendimento



Fonte: Autoria própria

Na questão 03, aborda-se a eletrização por contato utilizando-se do experimento de Van de Graaff para a demonstração da eletrização. Analisando os dados obtidos foi possível verificar que 0% descreveram satisfatoriamente, nisto, 97% dos alunos descreveram parcialmente e, 3% não atingiram o objetivo da questão.

Gráfico 3.2 – Questão 3 - Associação da questão a uma experiência já vivenciada.



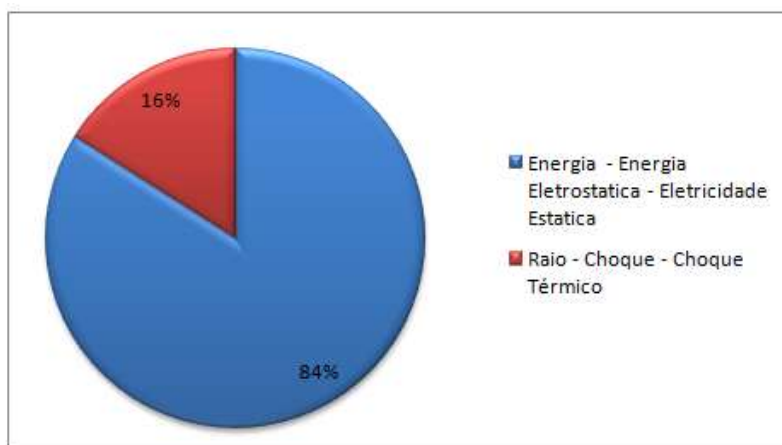
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos no questionário na questão 3, foi possível verificar que 1 aluno respondeu a questão associando o arrepio dos cabelos há uma experiência já vivenciada, ou seja, o aluno Z descreveu que já sentiu essa eletrização ao se aproximar de uma TV modelo antiga (tubo de imagem).

Gráfico 3.3 – Questão 3 - Repetição de palavras.

Neste momento foi verificado que ao responder o teste, 86% dos alunos utilizavam palavras repetidoras, mostrando que houve alguma interação possível de ancoragem das palavras ao seu cognitivo.

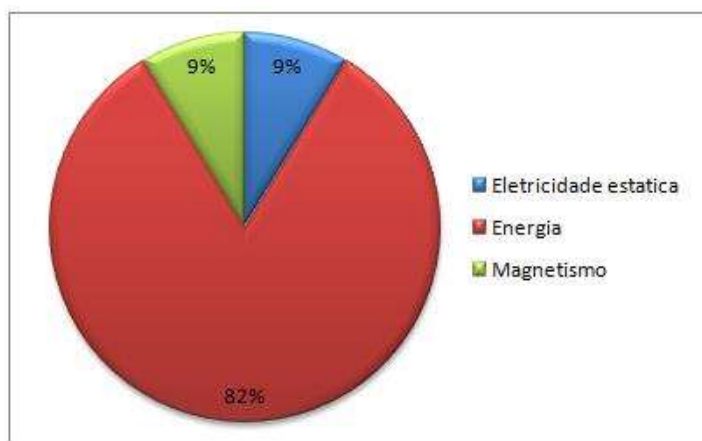
Gráfico 3.3 – Questão 3 - Repetição de palavras.



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos foi possível verificar que 16% dos alunos responderam esta questão utilizando-se dos termos de raio – choque – choque térmico, entretanto 84% repetiram os termos Energia - energia eletrostática - eletricidade estática. Isto mostra que a questão 3 trouxe conceitos nos quais os alunos associam o conteúdo da questão com o seu conhecimento prévio do assunto.

Gráfico 3.4 – Questão 3 - Conceitos confusos.



Fonte: Autoria própria

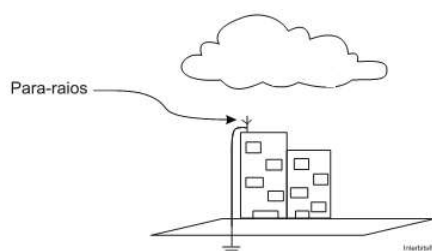
Utilizando os dados desta questão 3, o professor observou que os 23 alunos responderam a questão e confundiram o conceito da questão com outros conceitos físicos.

Analisando os dados obtidos foi possível verificar que 9% dos alunos associaram ao conceito de eletricidade estática e magnetismo como sendo os conceitos corretos da questão e ainda mostra que 82% dos alunos disseram que a energia seria responsável por arrepiar o cabelo, ou seja, sabiam que existia uma energia no sistema, mas não souberam descrever qual energia seria.

Questão 4.

(G1 - ifsp 2013 – Adaptada pelo Autor) Raios são descargas elétricas de grande intensidade que conectam as nuvens de tempestade na atmosfera e o solo. A intensidade típica de um raio é de 30 mil ampères, cerca de mil vezes a intensidade de um chuveiro elétrico, e eles percorrem distâncias da ordem de 5 km.

(www.inpe.br/webelat/homepage/menu/el.atm/perguntas.e.respostas.php. Acesso em: 30.10.2012.)



Durante uma tempestade, uma nuvem carregada se aproxima de um edifício que possui um para-raios, conforme a figura a seguir.

Explique por que se deve fazer o aterramento do para-raios na terra.

Análise:

➤ Número de alunos que responderam o teste:

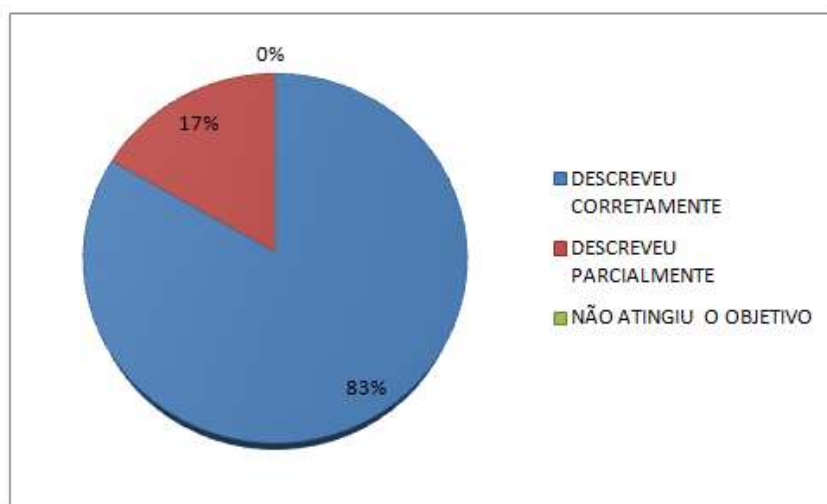
29 Alunos

➤ Quem respondeu ao teste:

Alunos da 2° Série do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Attila de Almeida Miranda.

Na questão 4, 29 alunos responderam o teste, e a análise foi feita por meio de um questionário. A aplicação teve início às 17h 44min e cada aluno somente poderia responder à questão 4, não podendo avançar para a próxima questão sem que todos da turma terminassem. Foi utilizado um cronômetro de celular para marcar o tempo e o tempo médio entre o primeiro e o último aluno a terminar a primeira questão foi de 12 minutos.

Gráfico 4.1 – Questão 4 - Pré-teste: Grau de entendimento

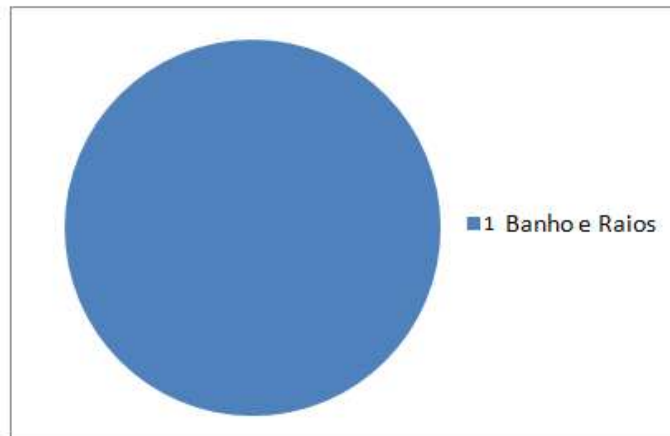


Fonte: Autoria própria

Na questão 04, aborda-se a descarga elétrica, que é possível verificar que a nuvem em questão não possui sinal de carga representativo. Nesse contexto ainda, é visto o para-raios que serve como aterramento, ou seja, libera a descarga elétrica emitida pela nuvem para a terra, se dissipando essa energia.

Analisando os dados obtidos foi possível verificar que 0% descreveu satisfatoriamente a questão, 83% dos alunos estão em um grau de classificação aonde descreveram parcialmente a resposta, contudo 17% dos alunos não souberam responder à questão.

Gráfico 4.2 – Questão 4 - Associação da questão a uma experiência já vivenciada.



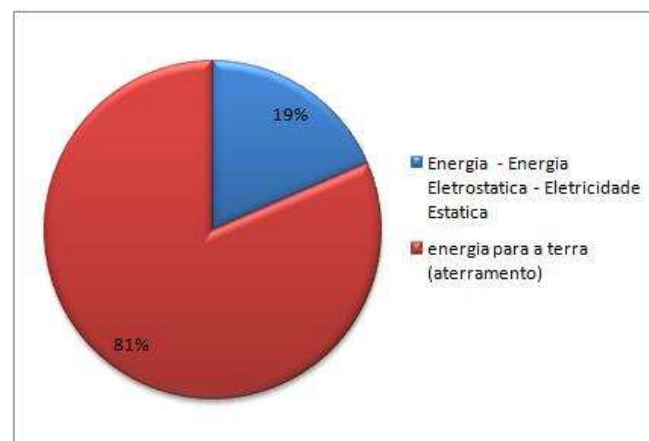
Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos foi possível verificar que apenas 1 aluno respondeu à questão associando o contexto explícito há uma experiência já vivida, onde o aluno G disse que já sentiu ou observou essa eletrização ao tomar banho ou observando os raios.

Gráfico 4.3 – Questão 4 - Repetição de palavras.

Foi visto que ao responder esta questão, houve um grande índice de palavras repetidas, mostrando que existiu a interação da questão com o seu conhecimento.

Gráfico 4.3 – Questão 4 - Repetição de palavras.



Fonte: Autoria própria

Analisando os dados obtidos foi possível verificar que 19% condizem aos termos de energia – energia eletrostática – eletricidade estática, porém 81% repetiram o termo aterramento (energia que vai para a terra). Isto mostra o quanto confuso estão os conceitos de eletrização.

Observação: Nesta questão 04, não houve associação do conteúdo expresso na questão com outros conteúdos.

Será utilizado uma cartilha do Inep Proteção contra raios, para organizador prévio para esta questão. (Anexo I ou acessado em (http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha_Raios_Alta.pdf).

APÊNDICE D – RESULTADOS DO PÓS - TESTE

O pós-teste que continha questões sobre o conteúdo abordado no decorrer das aulas, com o objetivo de analisar a evolução da aprendizagem, a contribuição das simulações, bem como a aceitação das atividades propostas.

Esta avaliação se deu de forma qualitativa, visando uma análise do conhecimento deles após a aplicação do teste.

Para esta análise utilizamos a categorização segundo quadro abaixo, que nos possibilitam classificações adequadas das questões respondidas por cada um dos vinte e nove alunos participantes, com o intuito de identificarmos o nível de conhecimento dos participantes e podermos usar desta rubrica para classificar cada questão em: ¹descreveu corretamente; ²descreveu parcialmente; ³não atingiu o objetivo. Este questionário abrange os fundamentos físicos relacionados aos conteúdos da eletrostática e, gráficos construídos com a utilização do Microsoft Excel.

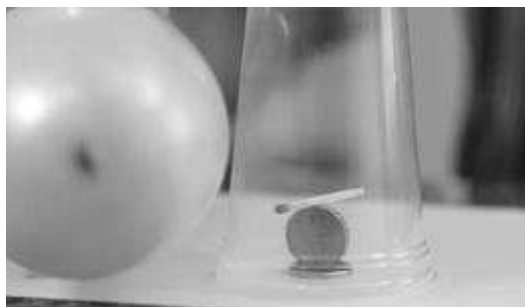
Quadro 5: Categorização

CONCEITOS		
¹ Descreveu corretamente	² Descreveu parcialmente	³ Não atingiu o objetivo
O aluno foi capaz de compreender e entender o fenômeno físico descrito na questão.	O aluno foi capaz de perceber a existência do fenômeno físico na questão, porém não foi capaz de compreender e entender o fenômeno descrito.	O aluno não foi capaz de identificar o fenômeno descrito na questão, bem como não é capaz identificar os conceitos físicos envolvidos.

Fonte: Próprio autor

Resultado da Análise do Pós-teste da Questão 1.

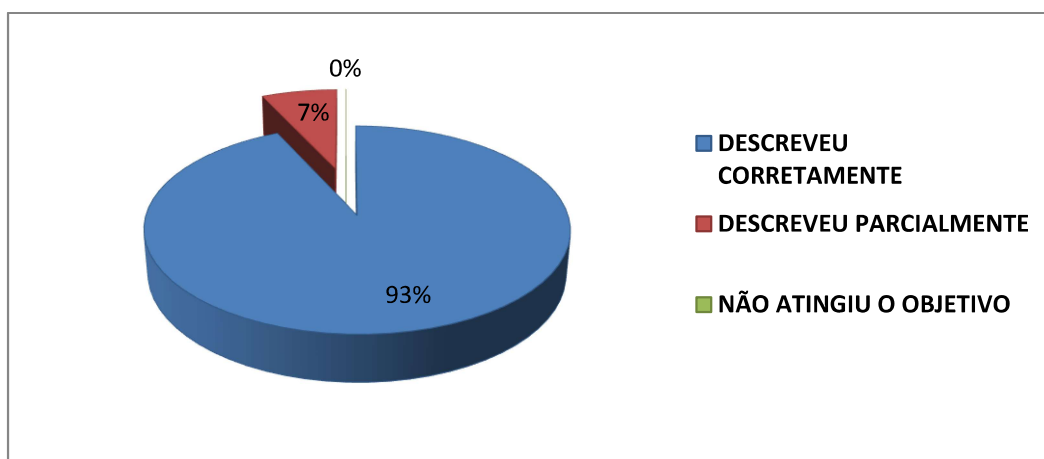
(Ufu 2019) Um estudante realiza um experimento, utilizando duas moedas, um palito de fósforo, um balão de festa e um copo plástico descartável transparente. Primeiramente, ele coloca o palito de fósforo em equilíbrio sobre uma moeda posicionada na vertical, que se equilibra sobre a segunda moeda na horizontal. Em seguida, cobre o sistema com o copo descartável. Em um outro momento, ele infla o balão e o esfrega no próprio cabelo. Por fim, ele aproxima o balão do palito de fósforo pelo lado de fora do copo de plástico e movimenta o balão em volta do copo. Como resultado, o estudante observa que o palito de fósforo gira sobre a moeda, acompanhando o movimento do balão. A figura mostra o dispositivo montado.



<http://www.manualdomundo.com.br>. Acesso em 02.fev.2019. (Adaptado)

Qual a explicação para o fato de o palito acompanhar o movimento do balão?

Gráfico de conceitos. 1 – Pós - Teste



Fonte: Autoria própria

Através da análise deste gráfico, pode-se observar que após a aplicação das aulas juntas com as metodologias descritas nesta dissertação, podemos observar que 27 alunos descreveram corretamente os conceitos de eletrização por atrito quando se atritou o balão com o cabelo e também quando aproximou o balão carregado do palito, movendo o palito com a eletrização por indução.

Resultado da Análise do Pós - Teste da Questão 2.

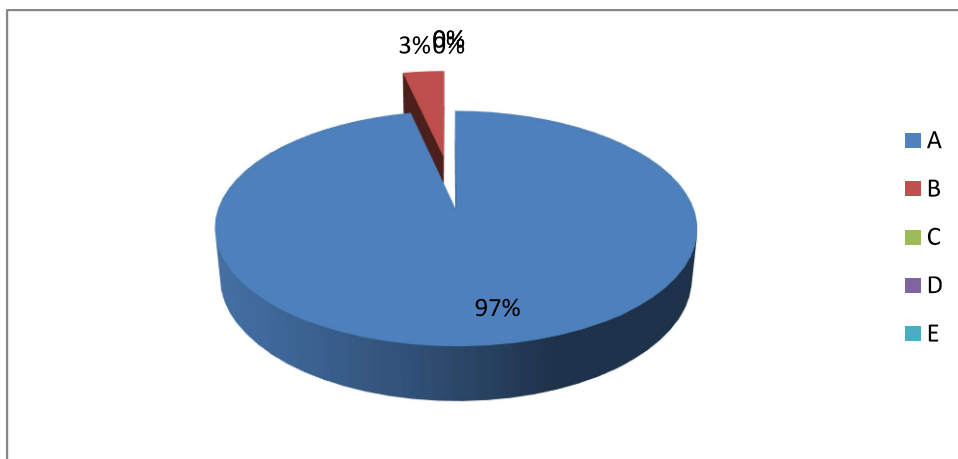
2. (Ufrgs 2018) Uma carga negativa Q é aproximada de uma esfera condutora isolada, eletricamente neutra. A esfera é, então, aterrada com um fio condutor. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Se a carga Q for afastada para bem longe enquanto a esfera está aterrada, e, a seguir, for desfeito o aterramento, a esfera ficará _____.

Por outro lado, se primeiramente o aterramento for desfeito e, depois, a carga Q for afastada, a esfera ficará _____.

- a) eletricamente neutra – positivamente carregada
- b) eletricamente neutra – negativamente carregada
- c) positivamente carregada – eletricamente neutra
- d) positivamente carregada – negativamente carregada
- e) negativamente carregada – positivamente carregada

Gráfico de número de acertos 2 – Pós - Teste

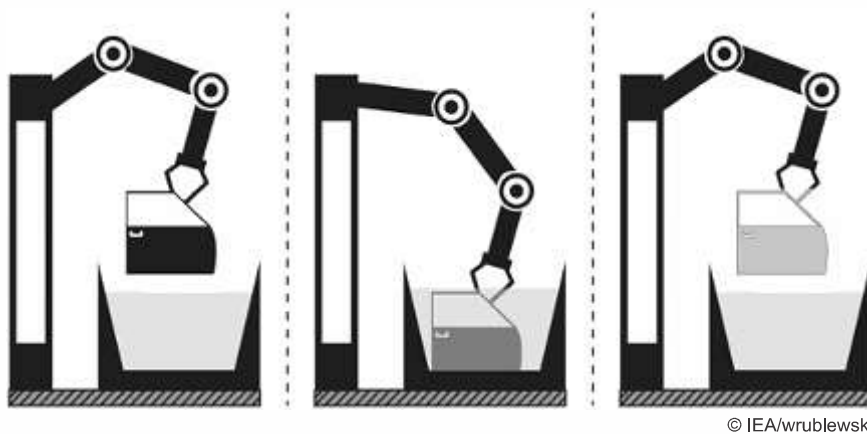


Fonte: Autoria própria

Verifica-se que 28 alunos após o estudo sobre a importância do fio terra acertaram o conceito de cargas elétricas, cargas neutras e a importância do aterramento. Apenas 1 aluno acabou confundindo o conceito do sinal de carga elétrica.

Resultado da Análise do Pós-teste da Questão 3.

(Pucpr 2017) Uma indústria automotiva faz a pintura de peças de um veículo usando a pintura eletrostática, processo também conhecido como pintura a pó. Nele, a pinça de um braço robótico condutor que segura a peça é ligada a um potencial de 1kV. A pinça junto com a peça é imersa em um tanque de tinta em pó à 0V. A diferença de potencial promove a adesão da tinta à peça, que depois é conduzida pelo mesmo braço robótico a um forno para secagem. Após essa etapa, o robô libera a peça pintada e o processo é reiniciado. A ilustração a seguir mostra parte desse processo.

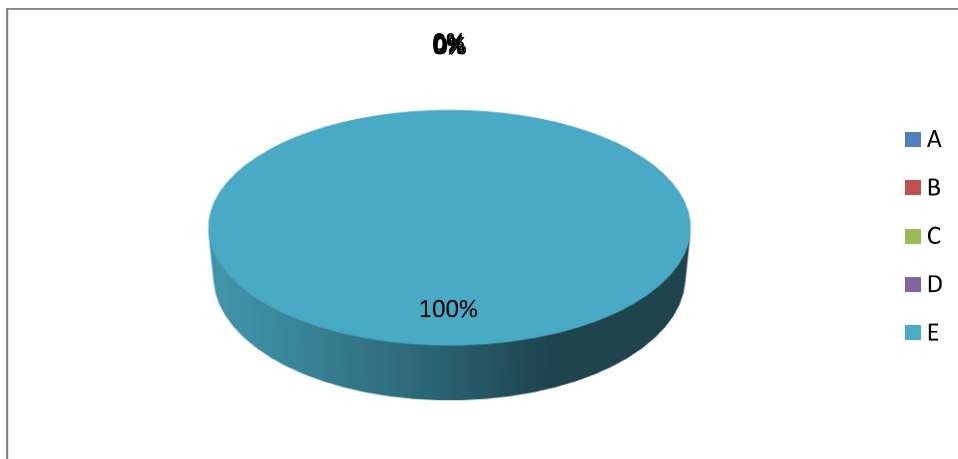


A indústria tem enfrentado um problema com a produção em série: após duas ou três peças pintadas, a tinta deixa de ter adesão nas peças. Uma possível causa para tal problema é:

- o movimento do braço robótico carregando a peça no interior da tinta gera atrito e aquece o sistema, anulando a diferença de potencial e impedindo a adesão eletrostática.
- a ausência de materiais condutores faz com que não exista diferença de potencial entre a peça e a tinta.
- cada peça pintada diminui a diferença de potencial até que, após duas ou três peças pintadas, ela torne-se nula.
- quando a pinça e a peça são imersas na tinta, ambos entram em equilíbrio eletrostático, o que impede que a tinta tenha aderência sobre a superfície da peça.

e) com o tempo, a pinça acaba ficando recoberta por uma camada de tinta que atua como isolante elétrico anulando a diferença de potencial entre a peça e a tinta.

Gráfico de número de acertos 3 – Pós - Teste



Fonte: Autoria própria

Após o estudo sobre corpos condutores de eletricidade e isolantes, foi observado que os 29 alunos conseguiram associar os experimentos feitos neste trabalho com esta questão.

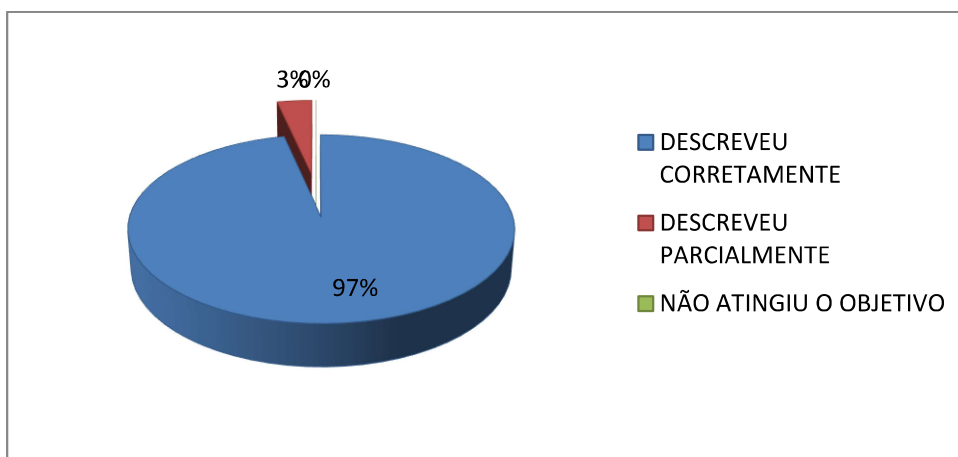
Resultado da Análise do Pós-teste da Questão 4.

(G1 - ifsp 2016) A tabela a seguir mostra a série triboelétrica.

Pele de coelho	
Vidro	
Cabelo humano	
Mica	
Lã	+
Pele de gato	↑
Seda	↓
Algodão	-
Âmbar	
Ebonite	
Poliéster	
Isopor	
Plástico	

Através dessa série é possível determinar a carga elétrica adquirida por cada material quando são atritados entre si. O isopor ao ser atritado com a lã fica carregado negativamente.

O vidro ao ser atritado com a seda ficará carregado:

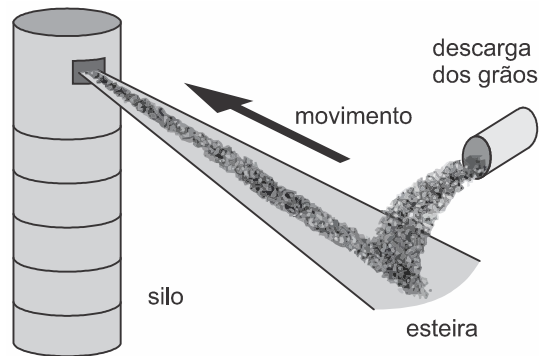
Gráfico de conceitos. 4 – Pós - Teste

Fonte: Autoria própria

Pode-se observar que 28 alunos responderam corretamente à questão que abordava a eletrização por atrito, onde os corpos ao trocaram elétrons, um fica mais carregado positivo e o outro carregado negativo. Apenas 1 aluno confundiu este conceito de eletrização por atrito, por falta de entendimento sobre como analisar os dados da tabela da série tribo elétrica.

Resultado da Análise do Pós-teste da Questão 5.

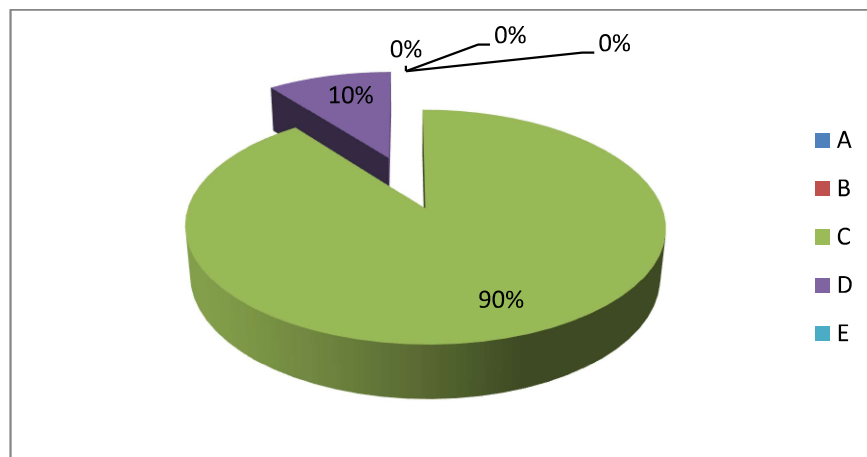
5. (G1 - cps 2015) O transporte de grãos para o interior dos silos de armazenagem ocorre com o auxílio de esteiras de borracha, conforme mostra a figura, e requer alguns cuidados, pois os grãos, ao caírem sobre a esteira com velocidade diferente dela, até assimilarem a nova velocidade, sofrem escorregamentos, eletrizando a esteira e os próprios grãos. Essa eletrização pode provocar faíscas que, no ambiente repleto de fragmentos de grãos suspensos no ar, pode acarretar incêndios.



Nesse processo de eletrização, os grãos e a esteira ficam carregados com cargas elétricas de sinais:

- iguais, eletrizados por atrito.
- iguais, eletrizados por contato.
- opostos, eletrizados por atrito.
- opostos, eletrizados por contato.
- opostos, eletrizados por indução.

Gráfico de número de acertos 5 – Pós - Teste



Fonte: Autoria própria

Ao analisar os dados obtidos, verifica-se que 2 alunos associaram de forma indevida a eletrização por atrito, visto que os grãos sofrem eletrização por atrito e, assim, ficam eletrizados com cargas opostas em relação à correia transportadora.

Resultado da Análise do Pós-teste da Questão 6.

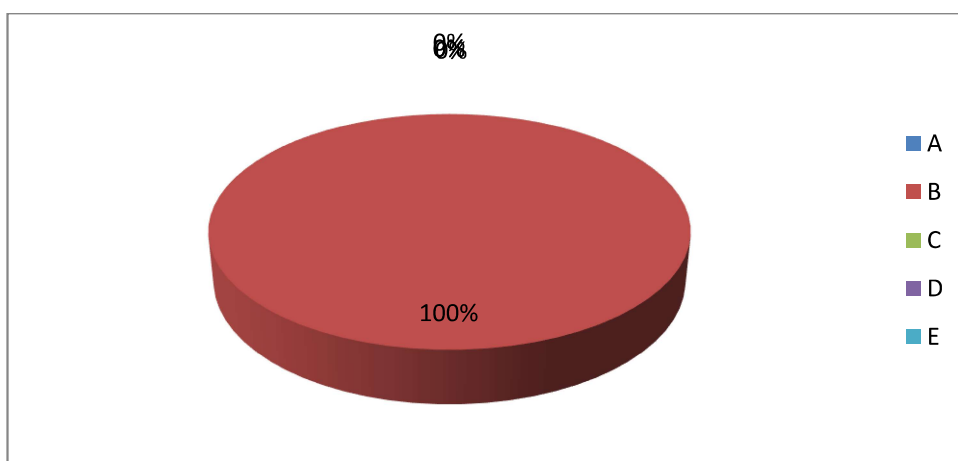
6. (Ufrgs 2014) Considere dois balões de borracha, A e B. O balão B tem excesso de cargas negativas; o balão A, ao ser aproximado do balão B, é repelido por ele. Por outro lado, quando certo objeto metálico isolado é aproximado do balão A, este é atraído pelo objeto.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

A respeito das cargas elétricas líquidas no balão A e no objeto, pode-se concluir que o balão A só pode _____ e que o objeto só pode _____.

- ter excesso de cargas negativas – ter excesso de cargas positivas.
- ter excesso de cargas negativas – ter excesso de cargas positivas ou estar eletricamente neutro.
- ter excesso de cargas negativas – estar eletricamente neutro.
- estar eletricamente neutro – ter excesso de cargas positivas ou estar eletricamente neutro.
- estar eletricamente neutro – ter excesso de cargas positivas.

Gráfico de número de acertos 6 – Pós - Teste



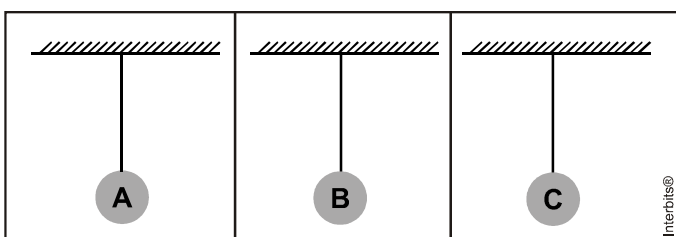
Fonte: Autoria própria

Em análise, observa-se que todos os 29 anos responderam corretamente esta questão que atribui que cargas elétricas de mesmo sinal se

repelem, e, quando ocorre a atração entre os corpos, as cargas possuem sinais opostos ou um deles está neutro.

Resultado da Análise do Pós-teste da Questão 7.

7. (G1 - cftmg 2010) Três esferas idênticas, **A**, **B** e **C**, encontram-se separadas e suspensas por fios isolantes conforme ilustração.



As seguintes ações e observações são, então, realizadas:

Ações	Observações
Aproxima-se A de B	
Aproxima-se B de C	

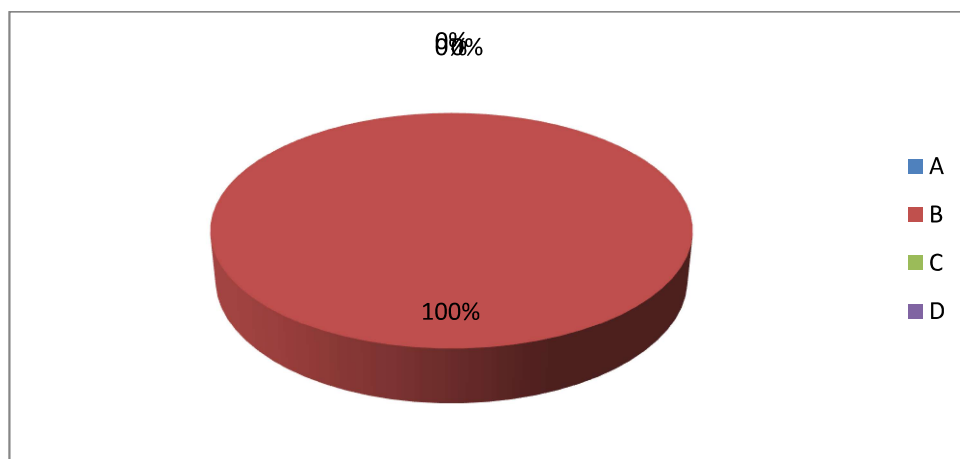
Das possibilidades apresentadas na tabela seguinte,

Possibilidades	Cargas Das Esferas		
	A	B	C
1 ^a	+	+	0
2 ^a	0	0	+
3 ^a	-	-	0
4 ^a	-	+	-

aquelas que estão em conformidade com as observações são

- a) 1^a e 2^a.
- b) 1^a e 3^a.
- c) 2^a e 4^a.
- d) 3^a e 4^a.

Gráfico de número de acertos 7 – Pós - Teste

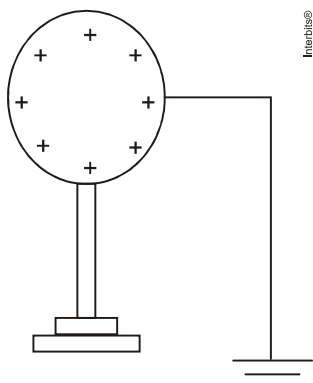


Fonte: Autoria própria

É possível observar que esta questão se trata dos sinais das cargas para se ter atração e repulsão, e, verifica-se que todos os alunos conseguiram responder corretamente esta questão, sendo assim, ficando claro que este conceito está bem definido por todos.

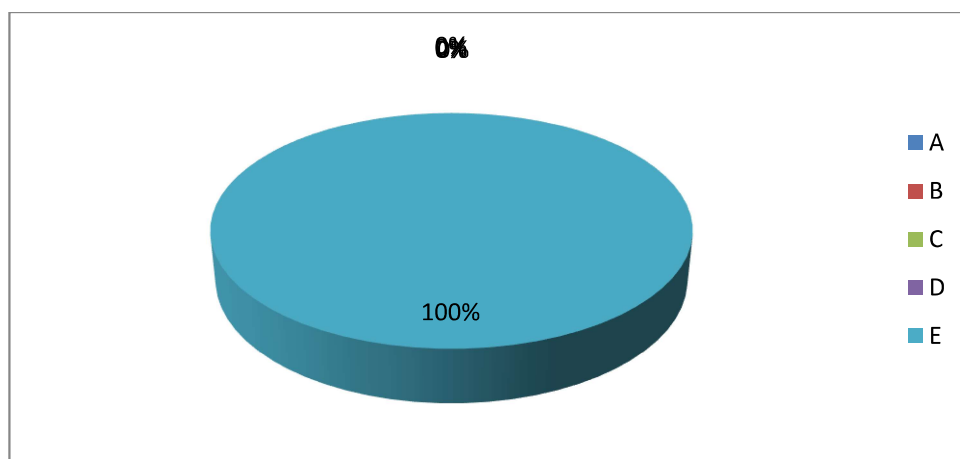
Resultado da Análise do Pós-teste da Questão 8.

8. (G1 - cps 2010) Um condutor eletrizado positivamente está isolado. Ao ser ligado à Terra, por meio de um fio condutor, ele se descarrega em virtude da subida da seguinte partícula proveniente dessa ligação.



- a) prótons.
- b) nêutrons.
- c) quarks.
- d) neutrinos.
- e) elétrons.

Gráfico de número de acertos 8 – Pós – Teste



Fonte: Autoria própria

Neste momento, todos os 29 alunos conseguiram associar o funcionamento do fio terra, aonde ele poderá absorver cargas elétricas e ainda,

como o condutor da questão está eletrizado positivamente, este fio conectado a terra faz com que os elétrons possam subir da Terra para o condutor.

Resultado da Análise do Pós-teste da Questão 9.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

A ÁGUA NA ATMOSFERA

O calor proveniente do Sol por irradiação atinge o nosso Planeta e evapora a água que sobe, por ser ela, ao nível do mar, menos densa que o ar. Ao encontrar regiões mais frias na atmosfera, o vapor se condensa, formando pequenas gotículas de água que compõem, então, as nuvens, podendo, em parte, solidificar-se em diferentes tamanhos. Os ventos fortes facilitam o transporte do ar próximo ao chão - a temperatura, em dias de verão, chega quase a 40° - para o topo das nuvens, quando a temperatura alcança 70°C. Há um consenso, entre pesquisadores, de que, devido à colisão entre partículas de gelo, água e granizo, ocorre a eletrização da nuvem, sendo possível observar a formação de dois centros: um de cargas positivas e outro de cargas negativas. Quando a concentração de cargas nesses centros cresce muito, acontecem, então, descargas entre regiões com cargas elétricas opostas.

Essas descargas elétricas - raios - podem durar até 2s, e sua voltagem encontra-se entre 100 milhões e 1 bilhão de volts, sendo a corrente da ordem de 30 mil amperes, podendo chegar a 300 mil amperes e a 30.000°C de temperatura. A luz produzida pelo raio chega quase instantaneamente, enquanto o som, considerada sua velocidade de 300 m/s, chega num tempo 1 milhão de vezes maior. Esse trovão, no entanto, dificilmente será ouvido, se acontecer a uma distância superior a 35 km, já que tende seguir em direção à camada de ar com menor temperatura.

Física na Escola, vol. 2, nº 1, 2001 [adapt.]

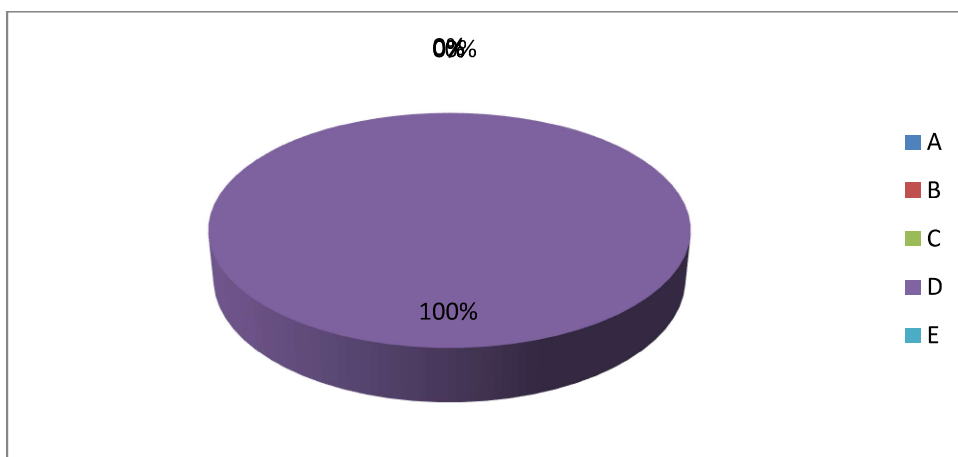
9. (Ufpel 2005) Com base no texto e em seus conhecimentos, analise as seguintes afirmativas.

- I. Um condutor só pode ser carregado por indução.
- II. O campo elétrico, dentro de um condutor isolado e carregado, é sempre nulo.
- III. As linhas de força do campo elétrico são perpendiculares às superfícies equipotenciais.
- IV. Descargas elétricas ocorrem em consequência do rompimento da rigidez dielétrica do ar.

Estão corretas

- a) apenas I, II e III.
- b) apenas I, III e IV.
- c) apenas II e IV.
- d) apenas II, III e IV.
- e) todas as afirmativas.

Gráfico de número de acertos 9 – Pós - Teste



Fonte: Autoria própria

Nesta questão, alguns termos mais específicos da eletrostática são trabalhados, e, todos os 29 alunos souberam responder corretamente esta questão que trabalha com a carga elétrica no dentro de um condutor que é

nula, linhas do campo elétrico, e sobre a emissão de descargas elétricas, mostrando assim, que as aulas foram claras nestes processos.

Resultado da Análise do Pós-teste da Questão 10.

10. (Pucsp 2001) Leia com atenção a tira do gato Garfield mostrada a seguir e analise as afirmativas que se seguem.



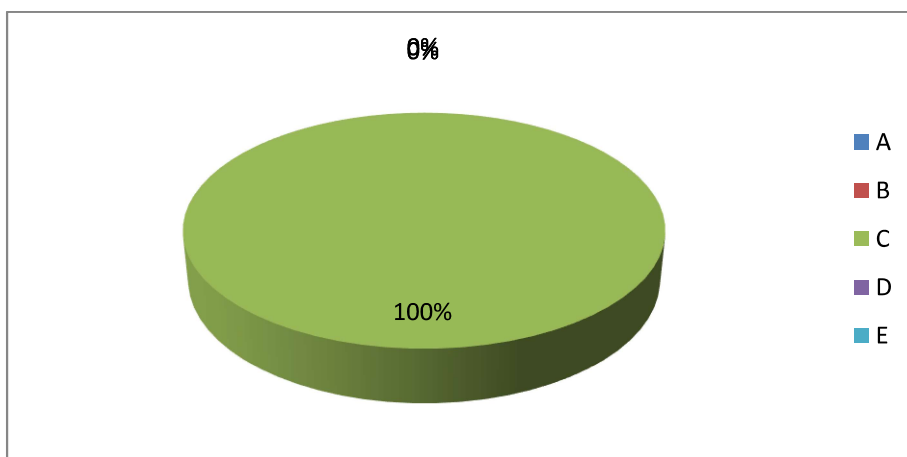
I - Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por atrito.

II - Garfield, ao esfregar suas patas no carpete de lã, adquire carga elétrica. Esse processo é conhecido como sendo eletrização por indução.

III - O estalo e a eventual faísca que Garfield pode provocar, ao encostar em outros corpos, são devidos à movimentação da carga acumulada no corpo do gato, que flui de seu corpo para os outros corpos.

Estão certas

- a) I, II e III.
- b) I e II.
- c) I e III.
- d) II e III.
- e) apenas I.

Gráfico de número de acertos 10 – Pós - Teste

Fonte: Autoria própria

Observa-se que os conceitos trabalhados nesta questão como eletrização por atrito, indução e movimentação de cargas elétricas, foram bem definidas ao longo das aulas, pois todos os 29 alunos responderam corretamente esta questão mostrando possuir subsunçores suficientes para responder este tipo de questão.

APÊNDICE E - QUESTIONARIO DA SEQUÊNCIA DE AULA

1. O conteúdo foi explícito de forma clara?
() Sim () Não

2. As atividades experimentais desenvolvidas nas aulas obtiveram ganho para seu conhecimento?
() Sim () Não

3. A utilização de simuladores do Phet deixou mais claro a movimentação de cargas elétricas?
() Sim () Não

4. As dúvidas que foram surgindo ao longo do processo foram sanadas com o auxílio da bobina de Testa e do Para raios com fio terra?
() Sim () Não

5. Deixe seu comentário sobre as aulas de Eletrostática.

APÊNDICE F – O PRODUTO



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

Vinicius Teixeira Mardegan

**PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ELETROSTÁTICA PARA O
ENSINO MÉDIO UTILIZANDO EXPERIMENTOS E SIMULADORES
INSPIRADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.**

Vitória – ES

2020

RESUMO

A bobina de Tesla é um aparelho que trabalha com altas frequências e tensões de saída, chegando-se a produzir com esse equipamento descargas elétricas. Uma estratégia de ensino compatível com essa visão de ensino-aprendizagem constitui-se da construção e demonstração do funcionamento de uma Bobina de Tesla e de um para-raios. Trata-se de uma ferramenta de baixo custo e com um incrível potencial didático, que envolve ampla interdisciplinaridade no ensino de Física. Perfeitamente adequada à didática de eletrização, corrente elétrica, eletromagnetismo e entre outras. A bobina de Telas e o para-raios é um poderoso instrumento didático, nas mãos de um professor que domine o conhecimento no âmbito da fenomenologia eletromagnética. Um produto eficaz para o ensino de conceitos que, geralmente, são transmitidos pelo professor de maneira abstrata, como eletrização por atrito, contato e indução, indução eletromagnética, corrente alternada, ressonância, capacitância, rigidez dielétrica do ar, efeitos fisiológicos do choque elétrico, campo eletromagnético, altas tensões com as altas frequências, emissão de ondas de rádio, circuitos ressonantes, ionizações de gases, produção de ozona etc. Com a bobina de Tesla e o para-raios são possíveis demonstrações elétricas das mais empolgantes. Devido ao campo eletromagnético formado, pode-se acender lâmpadas fluorescentes e lâmpadas de néon (ainda que a lâmpada esteja queimada) mesmo estando a uma distância do aparelho, só dependendo da potência. Produz visíveis efeitos elétricos como, efeito corona¹, faíscas brilhantes e ruidosas, as descargas semelhantes a relâmpagos e brilhantes descargas corona proporcionam um efeito espetacular. Por causa de sua alta frequência, uma Bobina de Tesla promove um modo seguro para demonstrar fenômenos que envolvem alta tensão. Este aparelho é ideal para explorar nos alunos e no público leigo dimensões emocionais de modo motivador e desafiador. Contribuindo e servindo, assim, como facilitador da Aprendizagem Significativa.

¹**Efeito Corona** é um fenômeno fotoquímico oriundo da ionização em torno de um campo elétrico por motivo geralmente ligado a mudança da geometria do material seja por motivo mecânico ou por acúmulo de outros materiais em sua superfície. (Marco Aurélio Peres – Instituto INSTRONIC)

APRESENTAÇÃO

PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE ELETROSTÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO UTILIZANDO EXPERIMENTOS E SIMULADORES INSPIRADA NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

V.T. Mardegan

Objetivo: Motivar os alunos da 2° série do Ensino Médio nas aulas de Física sobre o conteúdo de Eletricidade, empregando uma metodologia que favorecesse a ação dos discentes, realizando a leitura, pesquisa, coletando dados durante as simulações virtuais, enfim, observando os fenômenos físicos ao alterar os parâmetros das simulações, efetuando o registro e, sobretudo, aplicando o conhecimento físico na interpretação dos fenômenos do cotidiano com o uso dos experimentos.

1.0- DISCUSSÃO SOBRE O CONCEITO DE ELETROSTÁTICA

CARGA ELÉTRICA

Todos os corpos são formados de átomos. Cada átomo é constituído de muitas partículas elementares, das quais as principais são os elétrons, os prótons e os nêutrons. Os prótons e os nêutrons estão fortemente coesos numa região central chamada núcleo, enquanto os elétrons giram ao seu redor. Entre um próton e um elétron há atração. Para explicar essas ocorrências, estabeleceu-se que prótons e elétrons possuem uma propriedade física à qual se deu o nome de carga elétrica.

Em resumo

- Prótons: carga elétrica positiva
- Elétrons: carga elétrica negativa
- Nêutrons: não têm carga elétrica

Os corpos que apresentam excesso ou falta de elétrons são chamados corpos eletrizados. Se em um corpo o número de prótons é igual ao número de elétrons, dizemos que ele está eletricamente neutro.

Qualquer carga positiva ou negativa q que pode ser detectada pode ser escrita como:

$$q = n \cdot e$$

q = Carga elétrica – Coulomb (C).

n = +-1, +-2, +-3,..., (número de partículas – Prótons ou Elétrons).

e = a carga elementar, possui o valor: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

Tipos de Eletrizações:

ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

A eletrização por atrito ocorre quando se atritam dois corpos de substâncias diferentes, inicialmente neutros, e haverá transferência de elétrons de um corpo para o outro, de tal forma que um corpo fique carregado positivamente (doou elétrons), e outro corpo fique carregado negativamente (ganhou elétrons).

ELETRIZAÇÃO POR CONTATO

Colocando-se em contato dois condutores A e B, um eletrizado (A) e outro neutro (B), B irá se eletrizar com carga de mesmo sinal de que A quando colocado em contato e, ainda a quantidade de carga entre os corpos será dividida igualmente.

ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO

Aproxime, sem que se toquem, um corpo A, positivamente eletrizado, e um condutor B, neutro. Alguns elétrons livres desse condutor são atraídos por A e se acumulam na região de B mais próxima de A. A região de B mais afastada de A fica com falta de elétrons e, portanto, com excesso de cargas positivas. Esse fenômeno de separação de cargas de um condutor pela simples presença de outro corpo eletrizado é denominado indução eletrostática.

CONDUTORES E ISOLANTES

Nos metais (e em alguns outros materiais), um ou dois elétrons de cada átomo liberam-se da atração do núcleo e passam a se movimentar livremente no interior do material.

Deste modo, em um fio metálico contendo um enorme número de átomos, teremos também uma grande quantidade desses “elétrons livres”.

Resumindo:

- Os metais possuem elétrons livres e permitem a passagem de carga elétrica através deles, pois são bons condutores de eletricidade;
- Os isolantes elétricos não possuem elétrons livres e não permitem a passagem de carga elétrica através deles, pois são maus condutores de eletricidade.

Corrente Elétrica

É o movimento ordenado de portadores de carga elétrica”.

Definimos a intensidade de corrente elétrica i como sendo a quantidade de cargas elétricas Δq que atravessam a área de secção reta do fio em um certo intervalo de tempo Δt :

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

I = Intensidade média de corrente elétrica (Ampère) A.

ΔQ = Quantidade de carga (Coulomb) C.

Δt = Intervalo de tempo (segundo) s.

No Sistema Internacional de Unidades, medimos carga elétrica em Coulomb e tempo em segundos, desta forma, a corrente elétrica é o Coulomb por segundo (C/s), que recebe a denominação especial ampère (A) em homenagem ao físico e matemático francês André Marie Ampère.

- **Tipos de correntes**

1. Corrente contínua (CC) - É aquela em que o sentido e a intensidade permanecem constantes com o tempo.
2. Corrente Alternada (CA) - É aquela em que a intensidade e o sentido mudam periodicamente com o tempo.

Potencial elétrico

É a capacidade que um corpo energizado tem de realizar trabalho. É a ação de atrair ou repelir outras cargas elétricas. Com relação a um campo elétrico, é a capacidade de realizar trabalho, associada ao campo em si, independentemente do valor da carga q colocada num ponto desse campo. Esta capacidade pode ser mensurada pela grandeza potencial elétrico. Para obter o potencial elétrico de um ponto, coloca-se nele uma carga de prova q e mede-se a energia potencial adquirida por ela. Essa energia potencial é proporcional ao valor de q . Portanto, o quociente entre a energia potencial e a carga é constante. Esse quociente chama-se potencial elétrico do ponto.

Tensão elétrica

A origem da eletricidade está ligada aos geradores elétricos, que são os dispositivos que apresentam falta de elétrons em uma de suas extremidades e na outra um excesso. Esta falta de elétrons em um polo e o excesso em outro originam uma diferença de potencial (d.d.p.). Quando um condutor é ligado aos polos do gerador, os elétrons do polo negativo se movimentam ordenadamente para o polo positivo; esse movimento ordenado dos elétrons é denominado corrente elétrica. É comum haver uma confusão entre a corrente elétrica e o termo eletricidade.

A fórmula para calcular a tensão a partir desse conceito é:

$$U = \frac{E_{el.}}{Q}$$

U = Tensão elétrica – (Volt) V.

$E_{el.}$ = Energia elétrica – (Joule) J.

Q = Quantidade de carga eletrizada – (Coulomb) C.

2.0 - SEQUÊNCIA DE AULAS

2.1 - 1º AULA: CONHECIMENTOS PRÉVIOS DE ELETROSTÁTICA

OBJETIVO

Identificar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre Eletrostática

MATERIAIS UTILIZADOS

- Pré-teste
- Lápis
- Celular

METODOLOGIA

Nesta aula, o professor trouxe questões que enfatizasse o cotidiano do aluno sobre Eletrostática, que irão servir para o levantamento de conhecimentos prévios do conteúdo deste conteúdo de Física. Este Pré-teste localizado no **APÊNDICE A** da dissertação como foi chamado, foi aplicado aos alunos da 2º série no 2º trimestre da seguinte forma:

1º Momento (15 minutos)- Foi proposto aos alunos que os mesmos somente poderiam responder à questão número 1. Neste momento, o professor com o auxílio do celular, utilizou-se do cronometro, para medir o momento em que os alunos começaram a responder à questão até o momento em que o último aluno terminou.

2º Momento (15 minutos) - Em seguida, depois de todos os alunos terminarem de responder à questão número 1, os alunos foram submetidos à questão número 2, e, do mesmo modo da questão número 1, o professor mediu o tempo necessário para que todos pudessem responder a esta questão e o tempo de duração foi entorno de 12 minutos.

3º Momento (25 minutos) - Logo, este procedimento foi repetido nas questões número 3 e 4 de mesma forma. Este teste que os alunos foram

submetidos irá servir para levantamento dos conhecimentos prévio dos estudantes.

SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

- Pré-teste.

TEMPO DE DURAÇÃO

1 Aula / 55 minutos

2.2 - 2º AULA: DISCUSSÃO SOBRE O QUE É ELETROSTÁTICA

OBJETIVO

Fomentar o conceito sobre Eletrostática

CONTEXTUALIZAÇÃO/PROBLEMATIZAÇÃO

O texto CHOQUES DE INVERNO irá trazer um levantamento de conhecimentos prévios.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Texto, CHOQUES DE INVERNO.
- Questionário
- Lápis

METODOLOGIA

Esta aula será dividida em três momentos, sendo eles:

1º Momento (10 minutos) - Os alunos deverão fazer a leitura do texto, CHOQUES DE INVERNO, **ANEXO I** da dissertação que servirá para levantamento de conhecimentos prévios.

2º Momento (25 minutos) - A turma será dividida em 5 grupos e logo depois de leem o texto, deverão responder as seguintes perguntas do **ANEXO II** da dissertação (Questionário 2º aula).

3º Momento (20 minutos) - Todas estas questões e/ou situações deverão ser discutidas em um único grupo, sob a mediação do professor, com a intenção de ouvir a opinião do grupo, estimulando assim a curiosidade sobre o assunto, sem a necessidade de chegar a uma resposta final.

SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

- Formação de um único grupo para discussão do assunto, neste momento o professor fará a mediação, mas sem intervenção, apenas criando curiosidade sobre o assunto de Eletrostática.

TEMPO DE DURAÇÃO

1 Aula / 55 minutos

2.3 - 3º AULA: APROFUNDAMENTO DE CONHECIMENTO

OBJETIVO

Entender o conceito de Eletrostática, os princípios de conservação de carga, atração e repulsão e os processos de eletrização.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Data-show
- Quadro Branco
- Pincel
- Computador

METODOLOGIA

Serão trabalhados os conceitos de eletrostática, tais como: carga elétrica, processos de eletrização, condutores e isolantes elétricos. Estes conteúdos serão apresentados em aula expositiva com o auxílio de slides pelo professor, sendo estimuladas discussões no grande grupo, aonde estes slides são oferecidos pela Secretaria de Educação de Pernambuco gratuitamente. Estes slides podem ser acessados no **ANEXO III** da dissertação.

TEMPO DE DURAÇÃO

1 Aula / 55 minutos

2.4 - 4º AULA: UTILIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

OBJETIVO

Entender o conceito de Eletrostática, os princípios de conservação de carga, atração e repulsão e os processos de eletrização.

O é fazer com que o aluno desenvolva sua capacidade de observação, análise e compreensão de sistemas e técnicas de controle. Como parte deste aprendizado, espera-se que o aluno melhore sua habilidade em expor de forma clara, objetiva e precisa o trabalho realizado nas experiências por meio de relatórios.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Data-show
- Quadro Branco
- Pincel
- Computador
- Chromebook
- Gerador de Van de Graaff

METODOLOGIA

Nesta aula, a turma será dividida em duas partes, aonde o primeiro grupo será subdividido em dois grupos e utilizará o Gerador de Van de Graaff (este material se encontra disponível no laboratório de ciências da própria escola), durante 30 minutos e o outro grupo irá utilizar o Chromebook (este material se encontra disponível no laboratório de informática da própria escola), de forma individual para acessar o Phet nas simulações descritas no roteiro durante 25 minutos, logo os grupos irão responder o roteiro experimental I encontrado no **ANEXO IV** da dissertação. Esta atividade será avaliativa no valor de 5,0 pontos.

Este roteiro tem como objetivos mostrar o funcionamento do gerador de Van der Graaff experimentalmente e demonstrar através das simulações a

verificação de algumas previsões fornecidas por modelos teóricos (Phet John Travoltagem).

Neste momento é de imensa importância que o professor siga todos os procedimentos descritos neste roteiro, e que o questionário que segue junto a ele seja respondido.

SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

Respostas dos questionários dos roteiros dos experimentos.

TEMPO DE DURAÇÃO

1 Aula / 55 minutos

2.5 - 5º AULA: CONSTRUÇÃO DA BOBINA DE TESLA

OBJETIVO

Demonstrar Eletrostática com o uso de uma Bobina de Tesla para facilitar a visualização de efeitos elétricos.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Bobina de Tesla
- Lâmpada Fluorescente
- Computador
- Data-Show

SITUAÇÃO PROBLEMA

Como uma Lâmpada pode acender sem estar conectada a um bocal?
Para aonde irão os Raios?

METODOLOGIA

Para auxílio do professor, em demonstração nas suas aulas, segue o Tutorial do experimento da Bobina de Tesla, que se encontra disponível **ANEXO V**, aonde mostra o passo a passo da construção de uma bobina de tesla, no qual o professor irá levar a mesma construída, para demonstrar à eletrostática, ou ainda, podendo construir a mesma com os alunos em sala de aula, uma vez que de acordo com Laború e Arruda (2004) diz, alguns experimentos físicos como a Bobina de Tesla, ajuda no aprendizado do educando sendo uma ferramenta que facilita a visualização de efeitos elétricos.

A bobina de Tesla nos dá a oportunidade de visualizar certos efeitos elétricos interessantes, em virtude de ampliá-los e simulá-los, estimulando, de certo modo, a curiosidade pelo estudo em pauta.

Apesar de os fenômenos eletromagnéticos ligados à bobina se basearem em princípios eletrodinâmicos, analogias podem ser feitas à eletrostática, ampliando a aplicação demonstrativa do aparelho.

(LABURÚ & ARRUDA), 2004, p.217.

1° Momento (20 minutos) Com a bobina colocada sobre a mesa do professor, o professor irá pedir a um aluno que pegue a lâmpada fluorescente e aproximar da bobina e demonstrar o que ocorre com esta lâmpada, e, logo depois, fazer o mesmo processo com uma lâmpada incandescente, e demonstrar o que ocorre com esta lâmpada. Neste momento o professor deverá discutir com todo o grupo o porquê uma lâmpada acende (fluorescente) e a outra não acende (incandescente).

Logo, o professor irá mostrar um vídeo de funcionamento de uma Bobina de Tesla, que se encontra disponível no Anexo V no SAIBA+ na dissertação.

2° Momento (35 minutos) O professor deverá levantar as seguintes perguntas para todo o grupo e discutir cada uma delas.

1. Por que saem raios da bobina?

Neste momento, diversos conceitos podem ser trabalhados e aprofundados para se responder a esta questão, como: condutores e isolantes elétricos, rigidez dielétrica de um material, campo elétrico, corrente elétrica, raios em geral, para-raios etc.

2. Por que os raios são luminosos e barulhentos? Centelhamento e ruído

Diversos assuntos podem ser trabalhados a partir destes pequenos fenômenos, como por exemplo: configuração atômica, excitação e relaxação atômica, níveis energéticos do átomo, linhas de emissão de um elemento, dilatação, efeito joule, ondas de pressão e som etc.

SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

Questionário

TEMPO DE DURAÇÃO

1 Aula / 55 minutos

2.6 - 6° AULA: SOBRE O PARA RAIOS

OBJETIVO

Mostrar a importância da utilização do para raios e como os raios se formam.

CONTEXTUALIZAÇÃO/PROBLEMATIZAÇÃO

A contextualização/problematização se encontra no **ANEXO VII** da dissertação.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Bobina de Tesla e o Para Raios Anexo V e VI
- Lâmpada Fluorescente

SITUAÇÃO PROBLEMA

Qual a importância de se fazer o aterramento elétrico?
Para onde irão os Raios?

METODOLOGIA

1° Momento (15 minutos), o professor irá Ainda, no roteiro experimental III da dissertação, segue a construção de um para-raios, que o professor levará para esta aula pronta, que deverá ser colocado próximo à bobina para demonstração dos raios atmosféricos e a importância do fio terra.

O professor deverá discutir com todo o grupo \ importância e demonstrar com a Bobina de Tesla e o para raios com fio terra.

Nesta etapa, os alunos deverão responder a questões do **ANEXO VIII** que envolvem estes conceitos apresentados acima. Valor: 5,0 Pontos

Este teste foi construído pelo professor com questões já validadas.

Como atividade para casa será pedido que os alunos assistissem a um vídeo [**Choque e Temor - A História da Eletricidade (cap1.)**], e respondessem ao

questionário. Para esta etapa, o vídeo e o questionário se encontram no **ANEXO IX** da dissertação.

SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

Questionário

TEMPO DE DURAÇÃO

2 Aula / 110 minutos

2.7- 7º AULA: APRESENTAÇÃO DE UMA NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA

OBJETIVO

Identificar os tipos de materiais condutores e isolantes, reconhecer esses materiais no cotidiano e como parte de funcionamento de equipamentos elétricos.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Computador
- Roteiro Experimental - O roteiro experimental encontra-se disponível no **ANEXO X** da dissertação.

SITUAÇÃO PROBLEMA

Os alunos irão testar a condutibilidade de alguns materiais que o professor deverá dispor tais como: fio de cobre, anel de prata, madeira e constatar se os mesmos são condutores ou isolantes e, ainda deverá apresentar aos alunos o conceito de materiais dielétricos.

METODOLOGIA

Uma nova situação-problema irá ser lançada relativa aos conceitos de eletricidade. Os alunos irão testar a condutibilidade de alguns materiais que o professor deverá dispor tais como: fio de cobre, anel de prata, madeira e constatar se eles são condutores ou isolantes e, ainda deverá apresentar aos alunos o conceito de materiais dielétricos. Será utilizado a bobina de tesla e o para-raios, para esta demonstração.

Este roteiro se encontra disponível no Anexo X da dissertação.

SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

Questionário – Anexo X da dissertação

TEMPO DE DURAÇÃO

1 Aula / 55 minutos

2.8- 8º AULA: PÓS-TESTE

OBJETIVO

Diagnosticar a situação de aprendizagem de cada aluno; ou seja, verificar se o educando está conseguindo acompanhar e entender a programação curricular.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Pós-Teste
- Lápis

METODOLOGIA

Agora, depois de serem utilizados os recursos propostos neste trabalho, os alunos irão responder ao Pós-Teste (avaliação individual) através de questões abertas e fechadas envolvendo os conceitos físicos da unidade, que demonstrará se foi adquirido subsunçores suficientes para a aprendizagem.

Este Pós-Teste se encontra disponível no **APÊNDICE B**.

SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

- Pós-Teste

TEMPO DE DURAÇÃO

1 Aula / 55 minutos

2.9 - 9º AULA: AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE AULA

OBJETIVO

Verificar se houve aprendizagem e se ela foi de forma significativa com estes instrumentos.

MATERIAIS UTILIZADOS

- Questionário – **ANEXO XI**
- Lápis

METODOLOGIA

Análise das respostas às questões propostas na avaliação individual e comparação do pré-teste e pós-teste para verificação se houve aprendizagem e se ela foi de forma significativa com estes instrumentos.

Comentários finais integradores sobre o assunto abordado. Este Pós-Teste se encontra disponível no **ANEXO XI**.

SUGESTÃO DE AVALIAÇÃO

- Questionário

TEMPO DE DURAÇÃO

1 Aula / 55 minutos

3.0 - INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS

Foram utilizados o Pré-Teste e o Pós-Teste para a coleta de dados deste trabalho. As questões utilizadas nos testes são questões já validadas que se encontram no APENDICE A,B.

O Pré-Teste é composto por quatro questões abertas que abordam o conceito de eletrostática, para levantamento prévio do conteúdo. O levantamento prévio foi analisado através da tabela de CONCEITOS, com subconceitos de “descreveu corretamente” para aquele aluno que foi capaz de compreender o fenômeno físico descrito na questão; “descreveu parcialmente”

O aluno foi capaz de perceber a existência do fenômeno físico na questão, porém não foi capaz de compreender e entender o fenômeno descrito; “não atingiu o objetivo” o aluno não foi capaz de identificar o fenômeno descrito na questão, bem como não é capaz identificar os conceitos físicos envolvidos.

O Pós-Teste é composto por dez questões abertas e fechadas que abrangem conceitos de eletrostática, com a finalidade de verificar se esta sequência de aula é capaz de potencializar os alunos para a compreensão dos conceitos apresentados nesta sequência de aula.

4.0 - ANÁLISE DE DADOS

Na aplicação desta sequência didática, foi utilizada uma turma da segunda série do ensino médio, o 2ºV4, composta por 29 alunos que responderam o Pré-Teste e o Pós-Teste.

Será feita uma análise do Pré-Teste em comparação com o Pós-Teste levando em consideração aspectos de compreender corretamente a eletrostática, mostrando o avanço com o número de acertos estabelecidos em cada questão.

A proposta é verificar se o número de acertos foi satisfatório em relação ao Pré-Teste e o Pós-Teste, após a aplicação da sequência de aula.

Para mais detalhes sobre o Pré Teste e o Pós Teste, consultar o **APÊNDICE C e D**.

Os dados serão analisados em forma de qualitativa por meio de comparação de gráficos classificados com rubricas tais como: descreveu corretamente; descreveu parcialmente; não atingiu o objetivo.

ANEXOS

ANEXO I

Figura 9: Os choques de Inverno

PENSANDO AS CIÊNCIAS: Física e Meteorologia


Os choques de inverno

Alguma vez você já sentiu um choque ao fechar a porta do carro, ao tocar a geladeira ou algum portão ou esquadria de ferro? Sabe por que isso acontece? Já percebeu que a maioria desses choques ocorre no inverno, quando o clima está seco?

Em nossas atividades diárias, acumulamos cargas elétricas em decorrência do atrito. Vestir uma blusa, caminhar sobre o carpete ou mesmo passar a mão sobre o tampo de uma mesa são processos que provocam o aparecimento de cargas elétricas nos corpos atritados. Normalmente, grande parte dessas cargas se dissipa nas gotículas de água em suspensão na atmosfera. Assim, os corpos permanecem neutros durante a maior parte do tempo. No inverno, no entanto, a umidade do ar diminui, dificultando a dissipação das cargas.

Em dias secos, acumulamos maior quantidade de cargas elétricas, que se transferem para outros corpos quando entramos em contato com eles. Essa grande transferência de cargas através do nosso corpo nos dá a sensação de choque. Um exemplo clássico desse fenômeno são os choques que pessoas tomam quando saem de seus automóveis. Ao dirigir, elas esfregam a mão no volante e se agridam com o estofamento do banco, por isso, ficam eletrizadas. Por sua vez, o carro está constantemente em atrito com o ar. Ao saírem do carro, os motoristas fazem contato com a carroceria metálica para a qual as cargas acumuladas se transferem rapidamente ou recebem parte da carga elétrica acumulada pelo carro, causando-lhes a sensação de choque.

Esses choques não fazem mal à saúde, pois são de baixa intensidade. Assustam mais do que machucam! Uma medida indicada para amenizar o problema é adotar o seguinte procedimento: antes de sair do carro, colocar a mão na lataria, retirando-a somente depois que os pés estiverem no chão. Por realizar o contato com a Terra, através de uma área maior, o choque é bastante atenuado.



Fonte: A Corrente Elétrica – Os circuitos Elétricos. *In:* MARIA Regina de Almeida Paz , Wilson de Melo Mariano: Física - Ciências da Natureza e suas tecnologias. [S. l.]: Rede Pitágoras, 2019. v. 9, cap. 24, p. 140.

ANEXO II**Questionário 2° aula**

- a) O que você entendeu do fenômeno Eletrostática?
- b) Aonde se aplica a Eletrostática no seu cotidiano?
- c) O que diferencia um corpo condutor de eletricidade de um isolante?
- d) Em que outras situações você já experimentou um choque inesperado em que você associa ao fenômeno do texto?

ANEXO III

Figura 10: Slide de Eletrostática

Secretaria de Educação

PERNAMBUCO
GOVERNO DO ESTADO

Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Física
Ensino Médio, 3º Ano
Conservação da carga

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

Eletrostática

Eletrostática é o ramo da Física que estuda as cargas elétricas em repouso e as interações atrativas ou repulsivas que ocorrem entre elas.



Imagem: Aluno do IBGE - Estúdio 1 - INIBRAC/IGM Free Documentation Center.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

Por volta de 600 a.C., **Tales de Mileto** já sabia que uma certa resina (âmbar amarelo), depois de atritada com uma substância seca (pele de gato), adquiria a propriedade de atrair corpos leves.




Imagem: Thales, um dos sete sábios da Grécia / Autor: Desconhecido / Disponível em: <http://www.flickr.com/photos/10480470@N00/2408101/>

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

No século XVI, Willian Gilbert já usava a expressão **substância eletrizada**, para caracterizar qualquer substância que, pelo atrito, adquiria a propriedade de atrair corpos leves.




Imagem: Willian Gilbert (1544-1603) / Autor: Desconhecido / Disponível em: <http://www.flickr.com/photos/10480470@N00/2408101/>

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

CARGA ELÉTRICA
A carga elétrica é uma propriedade associada a certas partículas elementares que constituem o átomo: prótons; nêutrons; elétrons.

Os prótons e os nêutrons localizam-se numa região central do átomo denominada **núcleo**, enquanto os elétrons movimentam-se ao redor do núcleo, numa região chamada **eletrosfera**.

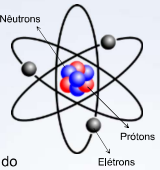


Imagem: Aluno do IBGE - Estúdio 1 - INIBRAC/IGM Free Documentation Center.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

PORTADORES DE CARGAS

Os portadores de carga elétrica são:
elétrons - que transportam carga negativa;
ions - cátions transportam cargas positivas;
ânions transportam cargas negativas.

A unidade de medida de carga elétrica no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o **Coulomb**, cujo símbolo é **C**, em homenagem ao físico francês Charles Augustin Coulomb.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

Partícula	Carga (Coulomb = C)	Massa (kg)
elétron	$-1,6021917 \cdot 10^{-19}$	$9,1095 \cdot 10^{-31}$ kg
próton	$1,6021917 \cdot 10^{-19}$	$1,67261 \cdot 10^{-27}$ kg
nêutron	0	$1,67261 \cdot 10^{-27}$ kg

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica



Imagem: Uma caixa de Bateria estática com um fio de cobre // Foto: IGU / Free Documentation Center.

Imagem: Ken Brown from Great Valley, Allentown, USA / Disponível em: <http://www.flickr.com/photos/10480470@N00/2408101/>

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

CONDUTORES ELÉTRICOS

São materiais que apresentam portadores de cargas elétricas (elétrons ou ions) quase livres, o que facilita a mobilidade dos mesmos em seu interior. São considerados bons condutores, materiais com alto número de portadores de cargas elétricas livres e que apresentam alta mobilidade desses portadores de cargas elétricas.

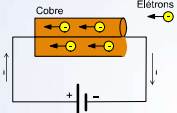


Imagem: Aluno do IBGE - Estúdio 1 - INIBRAC/IGM Free Documentation Center.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

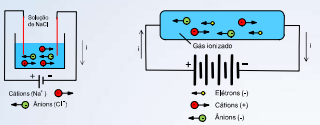


Imagem: Aluno do IBGE - Estúdio 1 - INIBRAC/IGM Free Documentation Center.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

condutor

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

ISOLANTES OU DIELÉTRICOS

Os materiais isolantes se caracterizam por não apresentar portadores de cargas elétricas livres para movimentação. Nesses materiais, a mobilidade dos portadores de cargas elétricas é praticamente nula, ficando os mesmos praticamente fixos no seu interior.

Exemplos: borracha, madeira, água pura, etc.

Isolante

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

CORPO ELETRICAMENTE NEUTRO

Quando um corpo qualquer apresenta o **número de prótons igual ao número de elétrons**, dizemos que o corpo está **eletricamente neutro**, ou simplesmente **neutro**.

Nesse caso, ele terá **carga elétrica total nula**:
número de p^+ = número de e^-

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

ELETRIZAÇÃO

Explicação do fenômeno de eletrização: entre as partículas fundamentais são importantes para a explicação dos fenômenos elétricos o próton, o elétron e o nêutron. Os prótons e os nêutrons se encontram numa região do átomo chamada núcleo. Os elétrons ficam girando ao redor do núcleo, dispostos em várias órbitas. Atualmente explicamos a eletrização dos corpos com a noção que temos da estrutura dos átomos.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

PROCESSOS ELETRIZAÇÃO

POR ATRITO

Foi o primeiro processo de eletrização conhecido. Quando duas substâncias de naturezas diferentes são atritadas, **ambas se eletrizam**.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

POR INDUÇÃO

Quando um corpo neutro é colocado próximo de um corpo eletrizado, sem que haja contato entre eles, **o corpo neutro se eletriza**. Esse fenômeno é chamado indução eletrostática.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

POR CONTATO

Quando um corpo neutro é colocado em contato com um corpo eletrizado, por meio de um fio condutor, **o corpo neutro se eletriza**.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

POR AQUECIMENTO

Certos corpos, quando aquecidos, eletrizam-se, apresentando eletricidades de nomes contrários em dois pontos diametralmente opostos. O fenômeno é chamado fenômeno **piroelétrico**. É mais comum em cristais, como na **turmalina**.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

POR PRESSÃO

Certos corpos, quando comprimidos, eletrizam-se, apresentando eletricidades de nomes contrários nas extremidades. O fenômeno é chamado fenômeno **piezoelétrico**. Também é mais comum em cristais, como turmalina, calcita e quartzo.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

SÉRIES TRIBOELÉTRICAS

A série triboelétrica foi criada para classificar os materiais que se eletrizam por atrito, quanto à facilidade de trocarem cargas elétricas. Série triboelétrica é portanto o termo utilizado para designar uma listagem de materiais em ordem crescente quanto à possibilidade de perder elétrons. Ou seja, quanto maior a facilidade em adquirir cargas positivas, mais alta é a posição que ocupa na tabela. É o caso do atrito entre la e PVC. Desse modo, foram classificados conforme o quadro abaixo:

+	Vidro	Mica	Lã	Seda	Algodão	Madeira	Âmbar	Enxofre	Metals	-																	
+	Pele humana seca	Couro	Pele de coelho	Cabelo humano	Fibra sintética	Chumbo	Li	Alumínio	Seda	Alumínio	Algodão	Ambar	Borracha dura	Lã	Plástico	Ouro, Platina, Bronze	Fibra PVC	Poliuretano	Poliéster	Poliuretano (Rita)	Polipropileno	Polietileno	Polipropileno	Polietileno	Vinil (PVC)	Silicone	Li

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

SÉRIES TRIBOELÉTRICAS

Nota-se então que a otimização na transferência de cargas elétricas acontece quando são atritados corpos dos extremos do quadro. Ou seja, quando são atritados aquele que ocupa a posição mais alta da tabela. Isto é, uma consequência da conservação das cargas elétricas, pois os elétrons perdidos pelos corpos do topo do quadro são absorvidos pelos corpos da posição mais baixa da tabela. O atrito de um corpo com o vizinho imediatamente abaixo ou imediatamente acima, segundo esta classificação, é menos favorável à troca de elétrons.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

CURIOSIDADE

O trovão é uma **onda sonora** provocada pelo aquecimento do canal principal durante a subida da **descarga de retorno**. Ele atinge temperaturas entre 20 e 30 mil graus Celsius em apenas 10 microssegundos (0,00001 segundos). O ar aquecido se expande e gera duas **ondas**: a primeira é uma violenta **onda de choque** supersônica, com velocidade várias vezes maior que a velocidade do som no ar e que nas proximidades do local da queda é um **som inaudível** para o ouvido humano; a segunda é uma onda sonora de grande intensidade a distâncias maiores. Essa constitui o trovão audível.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

RAIO, TROVÃO E RELÂMPAGO

O diagrama mostra uma nuvem carregada positivamente (+) no topo e negativamente (-) na base. Raios elétricos são representados por linhas com setas apontando para o solo, que está carregado positivamente (+). O relâmpago é a luz produzida durante a descarga elétrica.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

- **Lenda:** Se não está chovendo não caem raios.
- **Verdade:** Os raios podem chegar ao solo a até 15 km de distância do local da chuva.
- **Lenda:** Sapatos com sola de borracha ou os pneus do automóvel evitam que uma pessoa seja atingida por um raio.
- **Verdade:** Solas de borracha ou pneus não protegem contra os raios. No entanto, a carroceria metálica do carro dá uma boa proteção a quem está em seu interior; sem tocar em partes metálicas. Mesmo que um raio atinja o carro é sempre mais seguro dentro do que fora dele.
- **Lenda:** As pessoas ficam carregadas de eletricidade quando são atingidas por um raio e não devem ser tocadas.
- **Verdade:** As vítimas de raios não "dão choque" e precisam de urgente socorro médico, especialmente reanimação cardiorrespiratória.
- **Lenda:** Um raio nunca cai duas vezes no mesmo lugar.
- **Verdade:** Não importa qual seja o local ele pode ser atingido repetidas vezes, durante uma tempestade. Isso acontece até com pessoas.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

PRINCÍPIO ELETROSTÁTICO

PRINCÍPIO DE ATRAÇÃO E REPULSÃO

Três diagramas ilustram as forças eletrostáticas: 1) Duas cargas positivas (+) se repelem, com uma seta 'F' apontando para a esquerda da carga da esquerda e para a direita da carga da direita. 2) Duas cargas negativas (-) se repelem, com uma seta 'F' apontando para a esquerda da carga da esquerda e para a direita da carga da direita. 3) Uma carga positiva (+) e uma carga negativa (-) se atraem, com uma seta 'F' apontando da positiva para a negativa.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

PRINCÍPIO DE CONSERVAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA

Cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e as de sinais opostos se atraem. Carga elétrica não se cria, não se perde, apenas se transfere. Num sistema eletricamente isolado, a soma das cargas elétricas é constante.

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

$Q_1 = 3Q$ $Q_2 = -5Q$

O diagrama mostra duas esferas carregadas inicialmente com $Q_1 = 3Q$ e $Q_2 = -5Q$. Após o contato, as cargas se redistribuem. A equação de conservação é mostrada como $Q_1 + Q_2 = Q_1' + Q_2'$. O cálculo resulta em $Q_1' = Q_2' = -Q$.

ANTES DO CONTATO: $Q_1 + Q_2 = Q_1' + Q_2'$

DEPOIS DO CONTATO: $Q_1' = Q_2' = \frac{Q_1 + Q_2}{2} = \frac{3Q + (-5Q)}{2} = \frac{-2Q}{2} = -Q$

$Q_1' = Q_2' = -Q$

FÍSICA, 3º Ano do Ensino Médio
Conservação de Carga Elétrica

CONSERVAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA

Dentro de um sistema isolado, a soma algébrica, tanto das cargas positivas como negativas, irá permanecer constante. A função que representa a conservação das cargas elétricas é:

$$\sum Q_{\text{antes}} = \sum Q_{\text{depois}}$$

Tabela de Imagens

nº do slide	direito da imagem como está ao lado da foto	link do site onde se conseguiu a informação	Data do Acesso
15	KhmerKhaeng / GDFL / Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported	http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Telephone_circuiting.png	04/11/2012
16	Diagrama da indução eletrostática / L. A. C. / GNU Free Documentation License	http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electrostatic_induction.png	25/10/2012
18	Nota frontal do detector de movimento residencial tipo infravermelho passivo / Jack LaRocca / Public Domain	http://en.wikipedia.org/wiki/File:Front-Frontal.jpg	29/10/2012

Tabela de Imagens

nº do slide	direito da imagem como está ao lado da foto	link do site onde se conseguiu a informação	Data do Acesso
2	Atomo de lítio estilizado / Halfdan / GNU Free Documentation License	http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stylized_Li_Atom.png	25/10/2012
3	Thales, um dos sete sábios da Grécia / Autor desconhecido / Disponibilizado por Toront / Public Domain	http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Thales.jpg	25/10/2012
4	William Gilbert (1544 - 1603) / Autor desconhecido / Disponibilizado por Hekham / Public Domain	http://commons.wikimedia.org/wiki/File:William_Gilbert.jpg	25/10/2012
5	Atomo de lítio estilizado / Halfdan / GNU Free Documentation License	http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Stylized_Li_Atom.png	25/10/2012
8a	Imagem pulsoeira antiestática com um clip (crochê) / Ana / GNU Free Documentation License	http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Antistatic_wrist_clip.jpg	25/10/2012
8b	Ben Sisona from Green Valley, Arizona, USA / Disponibilizado por Pieter Kuiper / Creative Commons Attribution 2.0 Generic	http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Statist_8b1.jpg	04/11/2012
11	Isolantes de uma linha telefônica aberta / Joachim Müllerchen / GNU Free Documentation License	http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Isolator_P1_A070099a.jpg	25/10/2012

ANEXO IV

Roteiro para aula Experimental I

Introdução

O Gerador de Van de Graaff é um dispositivo que, ao armazenar cargas elétricas na sua calota esférica, pode gerar alta tensão.

Objetivo

- Mostrar o funcionamento do gerador de Van der Graaff experimentalmente.
- Demonstrar através das simulações a verificação de algumas previsões fornecidas por modelos teóricos (Phet John Travoltage).
- Aplicar os conhecimentos dados nas aulas teóricas de eletrostática.
- Realizar demonstrações que contextualizam diversos aspectos dos fenômenos eletrostáticos.

Materiais

Material a ser providenciado pelo professor.

- Gerador de Van der Graaff
- Esfera auxiliar de descarga
- Lâmpada fluorescente
- Computador (Já possui as simulações baixadas, ou seja, não necessita do uso de internet).
- TV ou data-show

Procedimento

- a) Verificar se na turma existe algum aluno que não possa manusear o Van der Graaff.
- b) Para se obter um potencial eletrostático elevado é necessário um bom isolamento. Para isto as partes do gerador devem estar limpas e secas.

- c) Ligar o gerador e proceder de acordo com os seguintes passos:
- Ajustar o controlador de velocidade para que o gerador funcione em velocidade média.
 - Deixar o gerador funcionar na velocidade média por alguns minutos.
- d) Estando o gerador em funcionamento, aguardar alguns minutos e fazer os ajustes necessários para que carregue de forma satisfatória.
- e) Aproximar uma das extremidades da ponta da lâmpada do gerador.
- f) Desligue e logo depois utilizando a esfera auxiliar de descarga descarregue o experimento.
- g) Com o Van de Graaff ainda desligado, coloque as duas mãos de um aluno no globo do Van de Graaff.
- h) Ligue o gerador e descreva o que irá acontecer.
-
-
-
- i) Repita três vezes o procedimento 4, 5 e 6, porém com alunos diferentes.
- j) Desligue o gerador e descarregue o mesmo.
- k) Agora com o uso do computador e da Tv/data-show ou Chromebook, já ligados anteriormente pelo professor, os alunos deverão utilizar os simuladores do Phet John Travoltage, Balões e Eletricidade Estática, de acordo com os roteiros disponíveis no próprio Phet. As questões abaixo deverão ser respondidas em grupos de até 4 pessoas.

Figura 11: Balões e Eletricidade Estática



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/balloons-and-static-electricity/latest/balloons-and-static-electricity_pt_BR.html

Roteiro: Eletrização por atrito

- **Inicialmente, selecionar a opção “ocultar todas as cargas” e utilizando apenas um balão sem a parede;**
- **Em seguida, apresentar o ambiente virtual para a turma:**

Um balão e um suéter (lã) inicialmente neutros e isolados.

- Antes de atritar o balão, perguntar para a turma: o que vocês acham que irá acontecer após realizar o atrito do balão com o suéter?
- Independente das respostas, seguir o procedimento realizando o atrito;
- Após realizar o atrito, afastar o balão do suéter e “soltar” o balão para ver o que acontece;
- Visto que o balão se aproxima (é atraído para o suéter), perguntar para a turma: é possível afirmar que, se o balão foi atraído para o suéter, ele foi eletrizado?
- Pressupondo que a turma responda que sim, realizar outra pergunta: se os dois objetos estão eletrizados e estão se atraindo, podemos dizer que os dois adquiriram cargas elétricas opostas?
- Independente das respostas dos alunos, afirmar para eles que sim. Se ocorreu atração é porque, certamente, adquiriram cargas opostas, já que “os opostos se atraem”;

Agora, incluir a parede no ambiente virtual:

- Depois que incluir a parede no experimento e mostrar para a turma, realizar a seguinte pergunta: todos viram que, se atrair o balão no suéter, eles irão se atrair. Porém, se for incluído um outro objeto, no caso a parede, depois que atritar o balão no suéter, vocês acham que irá acontecer alguma coisa se encostar o balão na parede?
- Independentemente das respostas, executar o procedimento e “soltar” o balão aproximadamente no meio entre a parede e o suéter e, logo em seguida, realizar a seguinte pergunta: o que vocês percebem? A presença da parede mudou alguma coisa no experimento realizado?
- Pressupondo que a resposta dos estudantes seja “não”, agora realizar a aproximação do balão à parede e soltá-lo e, logo em seguida, realizar a pergunta: e agora? Por que o balão está sendo atraído pela parede já que ela está neutra? Pois ela não participou do processo de eletrização.
- Independentemente das respostas dos alunos, seguir o experimento;

Agora, incluir o segundo balão e retirando a parede novamente:

- Depois que incluir o segundo balão e mostrar para a turma e, antes de atritar os dois balões, realizar a seguinte pergunta: agora, o que vocês esperam o que irá acontecer se atritar os dois balões? Irão adquirir o mesmo tipo de carga?

Desafio: propor para que um dos estudantes, voluntariamente, se dirija ao ambiente virtual e realize um procedimento para descobrir se os dois balões adquirem a mesma carga ou não.

- Independentemente se algum aluno se propôs voluntariamente a fazer o experimento e responder a pergunta, realizar o procedimento. Aproxima os dois balões para verificar o que ocorre;
- Visivelmente podemos perceber que os dois balões se repelem. Portanto, adquirem o mesmo tipo de carga;
- Em seguida, mostrar que, mesmo um dos balões estando em contato com o suéter, o segundo balão ainda é atraído para o suéter. Pois,

mesmo os dois balões possuindo o mesmo tipo de carga elétrica, dizemos que, o suéter possui mais cargas elétricas opostas às dos balões, por isto, ainda ocorre a atração.

Agora, executar o experimento selecionando apenas um balão e a opção “mostrar cargas resultantes”:

- Com apenas um balão e o suéter mostrar que, quanto mais cargas opostas cada um tiver, mais fortemente será a atração por conta da força elétrica que será explicada no próximo experimento (Lei de Coulomb);

Agora, realizar o experimento selecionando a opção de “mostrar todas as cargas” e com a parede:

Mostrar que, mesmo a parede não participando do processo de eletrização, o balão é atraído por ela. Pois, a quantidade de cargas elétricas negativas que o balão possui, repele a mesma quantidade de cargas elétricas negativas da parede fazendo com que as positivas da parede atraia as cargas elétricas negativas do balão.

Figura 12: John Travoltagem



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/john-travoltage/latest/john-travoltage_pt_BR.html

Roteiro: John- Travoltagem Simulação

Objetivo de aprendizagem: Experimentar e obter uma maior compreensão da eletricidade estática em nossa vida cotidiana.

1. Abra a simulação "John-Travoltagem".
2. Experimente esfregar o pé no tapete e tocar o dedo na maçaneta da porta.
3. Tente deixar a mão apontada para cima e mover o pé no tapete. O que acontece? Por quê?
4. Agora tente aumentar a carga enquanto o dedo está na porta. O que acontece? Por quê?
5. Crie carga no corpo dele enquanto o dedo estiver ausente e depois aproxime-o. Percebe o quão longe sua mão está quando ele começa a ficar chocada.
6. Repita a etapa cinco, variando a quantidade de carga acumulada em seu corpo. Ele começa a ficar chocada a uma distância diferente, dependendo da quantidade de carga que acumula? Por quê?
7. Observe o caminho das cargas enquanto elas se movem pelo corpo dele. Por que eles se movem dessa maneira?
8. Por que você deve esfregar o pé no tapete? Por que a maçaneta da porta descarrega seu corpo?
9. Que outros materiais ele poderia tocar que daria a mesma reação.

ANEXO V

Tutorial da Construção da Bobina de Tesla

CONSTRUÇÃO DE UMA BOBINA DE TESLA COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO.

INTRODUÇÃO

A bobina de tesla é um transformador ressonante, capaz de gerar alta tensão com baixa corrente elétrica e alta frequência, composta por uma bobina primária e uma bobina secundária, sendo alimentadas por bateria recarregável, e, em sua saída, tensões que podem atingir voltagens baixas e muito altas dependendo da bobina.

OBJETIVO

- Construir uma bobina de tesla com materiais de baixo custo.
Demonstrar a eletrostática.

MATERIAIS

Seguem no quadro abaixo os materiais a serem utilizados para a construção da bobina e os seus respectivos preços.

MATERIAIS

Figura 13: Materiais para construção da Bobina de Tesla

Quantidade	Produto	Imagem	Preço (R\$)
01	RAQUETE DE MATAR MOSQUITO	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 25,00
30 m	FIO DE COBRE ESMALTADO AWG 34	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 5,00
01	FERRO DE SOLDA E ESTANHO	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 5,00
01	CHAVE DE FILIPES, ALICATE DE CORTE	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 3,00
01	SERRINHA	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 3,00
15 CM	CANO PVC	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 1,00

01	COLA TEK BOND		R\$ 3,00
		Fonte: Autoria própria	
01	CAIXA DE SAPATO		R\$ 0,50
		Fonte: Autoria própria	
01/02	MARTELO / PREGO		R\$ 4,00
		Fonte: Autoria própria	
15 CM X 15 CM	MADEIRA		R\$ 0,50
		Fonte: Autoria própria	
01	LÂMPADA FLUORESCENTE		R\$ 5,00
		Fonte: Autoria própria	
01	COLA BRANCA		R\$ 2,00
		Fonte: Autoria própria	

01	FITA ISOLANTE	 Fonte: Autoria própria	R\$ 1,50
1 m	FIO DE COBRE 2,0 MM	 Fonte: Autoria própria	R\$ 0,90

Fonte: Autoria própria

➤ Passo a passo para construção

1º Passo

Figura 14: Construção da Bobina

Enrolar o fio de cobre no cano, lembre-se de ir usando a cola Tek bond para ir segurando o fio enrolado.



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

2º Passo

Figura 15: Desmontagem raquete de matar mosquito

Pegue a raquete de matar mosquito, e retire os parafusos da mesma.



Fonte: Autoria própria

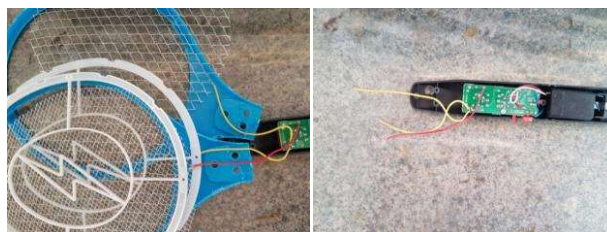
Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

3º Passo

Figura 16: Desmontagem raquete de matar mosquito

Corte os fios amarelos e o vermelho que está ligado a parte azul da raquete.



Fonte: Autoria própria

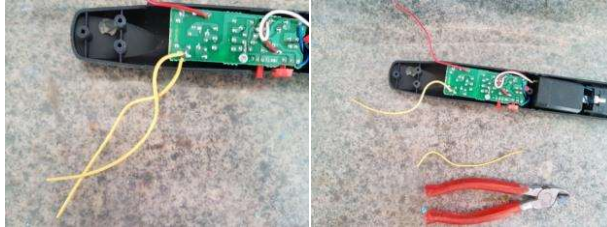
Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

4° Passo

Figura 17: Separação dos Fios da raquete

Eliminar um dos fios amarelos.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

5° Passo

Figura 18: Construção da Bobina secundária

Enrolar o fio de cobre de 2mm, dando 4 voltas na bobina, formando a bobina secundária.



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

6° Passo

Figura 19: Recorte na base

Agora, pegar a caixa de sapato e fazer o corte do tamanho do cano de PVC.



Fonte: Autoria própria

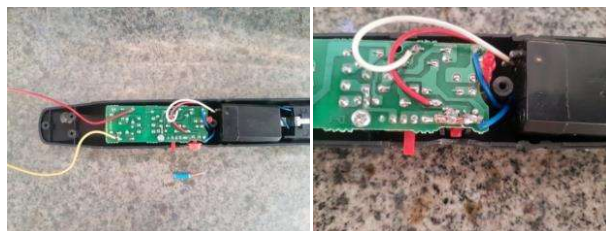
Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

7° Passo

Figura 20: Ligação direta de botão de acionamento

Devemos manter o botão de funcionamento da raquete pressionado, para isto, devemos ligar os dois pontos de solda com um fio, para este procedimento, utilize o ferro de solda e o estanho.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

8° Passo

Figura 21: Fechamento da base da raquete

Fechar a raquete.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

9° Passo

Figura 22: Associação da Bobina a base

Prender a bobina (cano + fio de cobre) na caixa de sapato, e, fazer um recorte na lateral da caixa.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

10° Passo

Figura 23: Associação da base a raquete

Prender a raquete com a cola Tek Bond na parte de dentro da caixa, fazendo com que a conexão de energia fique no furo lateral da caixa.



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

11° Passo

Figura 24: Construção do Faiscador

Hora de construir o faiscador. Preguar os dois pregos, formando um ângulo que os aproximem.



Fonte: Autoria própria



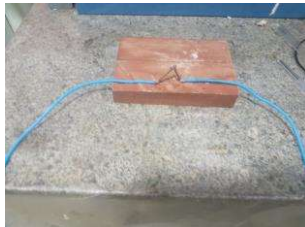
Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

12° Passo

Figura 25: Conexão dos fios ao Faiscador

Prender os fios no faiscador.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

13° Passo

Figura 26: Fixação da base do faiscador e raquete

Colar com a cola branca, a madeira dentro da caixa, fixando a raquete.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

14° Passo

Figura 27: Conexão dos Fios a bobina secundaria

Conectar o fio amarelo da raquete a um dos fios da bobina secundaria.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

15° Passo

Figura 28: Conexão dos Fios do faiscador na bobina

1.1 Conectar um dos fios do faiscador no fio vermelho da bobina.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

16° Passo

Figura 29: Conexão dos Fios do faiscador na bobina secundaria

Conectar o outro fio do faiscador no fio da bobina secundaria que está livre.



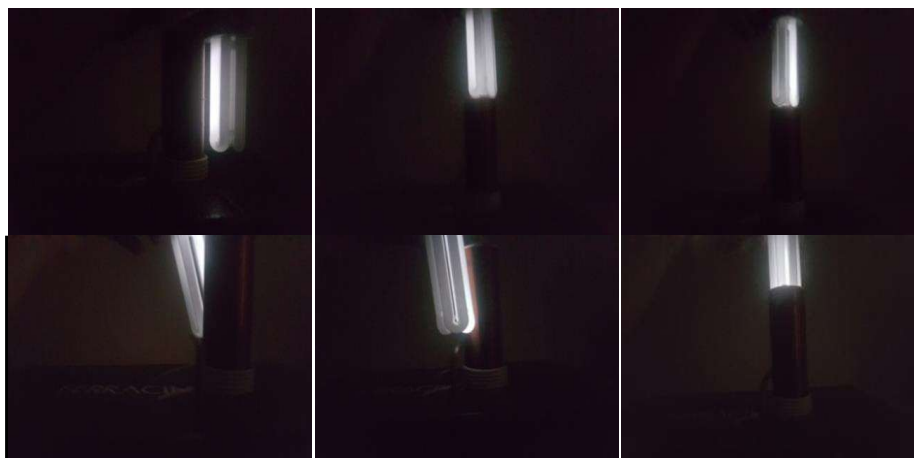
Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

17° Passo

Figura 30: Teste da Bobina

Agora sim, pronto, hora de testar.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

Passo 1 – com a bobina colocada sobre a mesa do professor, o professor irá pedir a um aluno que pegue a lâmpada fluorescente e aproximar da bobina e demonstrar o que ocorre com esta lâmpada, e, logo depois, fazer o mesmo processo com uma lâmpada incandescente, e demonstrar o que ocorre com esta lâmpada. Neste momento o professor deverá discutir com todo o grupo o porquê uma lâmpada acende (fluorescente) e a outra não acende (incandescente).



Como funciona uma a Bobina de Tesla.

Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SuYAiWfWU>

Duração estimada: 15 a 20 minutos.

Passo 2 – O professor deverá levantar as seguintes perguntas para todo o grupo e discutir cada uma delas.

3 Por que saem raios da bobina?

Neste momento, diversos conceitos podem ser trabalhados e aprofundados para se responder a esta questão, como: condutores e isolantes elétricos, rigidez dielétrica de um material, campo elétrico, corrente elétrica, raios em geral, para-raios etc.

4 Por que os raios são luminosos e barulhentos? Centelhamento e ruído

Diversos assuntos podem ser trabalhados a partir destes pequenos fenômenos, como por exemplo: configuração atômica, excitação e relaxação atômica, níveis energéticos do átomo, linhas de emissão de um elemento, dilatação, efeito joule, ondas de pressão e som etc.

Duração estimada: 15 a 35 minutos.

ANEXO VI

Construção do Fio Terra e Para Raios

INTRODUÇÃO

O para-raios é destinado a proteger as edificações e estruturas do edifício ainda bem como equipamentos e pessoas que estejam no interior dessas edificações. O sistema de para-raios não impede a ocorrência das descargas atmosféricas das nuvens e não pode assegurar a proteção absoluta de uma estrutura, de pessoas e bens, porém reduz significativamente os riscos de danos ocasionados pelas descargas atmosféricas produzidas pelas nuvens.

OBJETIVO

- Construir um para-raios para ser acoplado há bobina de tesla.
- Demonstrar a importância do para-raios.
- Mostrar a importância do aterramento.

MATERIAIS

Figura 31: Materiais para a construção do Para – Raio e fio Terra

Quantidade	Produto	Imagem	Preço (R\$)
15 CM	CANO DE COBRE	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 1,00
01	VOLTIMETRO OU MULTIMETRO	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 15,00
01	LIXA	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 0,50
01	Antena de Tv ou um ferro	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 5,00
20 CM	FIO DE COBRE ESMALTADO AWG 34	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 5,00

01	POTE DE MANTEIGA VAZIO	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 0,50
01	AREIA	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 0,50
01	COLA TEK BOND	 <p>Fonte: Autoria própria</p>	R\$ 5,00

Fonte: Autoria própria

➤ Passo a passo para construção

1º Passo

Figura 32: Associação do Para – Raio na Bobina

Dobrar o cano de cobre para que o mesmo faça o formato de um Z e prender com a cola Tek Bond na caixa da bobina de tesla bem próximo a bobina primaria.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

2° Passo

Figura 33: Associação da caixa de areia

Colar com a cola Tek Bond o pote dentro da caixa da bobina de tesla e colocar areia no pote.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

3° Passo

Figura 34: Associação da caixa de areia

Fazer um furo na tampa do pote.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

4° Passo

Figura 35: Retirada do esmalte do fio

Com a lixa, lixar uma parte do fio de cobre para retirar o esmalte do fio.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

5° Passo

Figura 36: Aterramento do fio de cobre

Fazer o aterramento, passar o fio de cobre pelo furo da tampa e aterrar o mesmo na areia.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

6° Passo

Figura 37: Associação do multímetro no Para - Raio

Prender o fio de cobre e o fio do multímetro no cano de cobre (para-raios)



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

7º Passo

Figura 38: Teste da Bobina com o Para - Raio

Conectar o multímetro aos seus respectivos fios, e, ligar a bobina para verificação da voltagem sendo passada pelo para-raios.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

8º Passo

Figura 39: Teste da Bobina com o Para - Raio

Pronto, construído o para-raios para a bobina de tesla.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

9° Passo

Figura 40: Associação entre os instrumentos

Lembrando que a antena de Tv será utilizada para aproximar da bobina para verificar os raios saindo da bobina e chegando até o para-raios. Ainda, para verificação, você poderá aproximar essa antena do Gerador de Van de Graaff e ver o efeito dos raios sendo atraídos para a antena.



Fonte: Autoria própria

Fonte: Autoria própria

ANEXO VII

Figura 41: Cartilha do Inep Proteção contra raios

PROTEÇÃO CONTRA RAIOS

Inep
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Grupo de Eletrodinâmica Atmosférica
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Como os raios interferem na vida dos brasileiros?

A cada 50 mortes por raios no mundo, uma é no Brasil, o país campeão mundial em incidência do fenômeno. São 130 mortes, mais de 200 feridos por ano e prejuízos anuais de um bilhão de reais no país.

A probabilidade de morrer atingido por raio é de 0,8 por milhão por ano no Brasil, mas esta probabilidade pode ser muito maior - da ordem de um para mil - dependendo de onde a pessoa está e o que está fazendo durante uma tempestade.

Portanto...
é preciso saber o que fazer e o que evitar quando se escuta o barulho característico de um raio, o trovão! 80% dos casos de mortes por raios podem ser evitados se as pessoas souberem como se proteger

Os cinco mandamentos do que não fazer durante uma tempestade:

- Praticar atividades de **agropecuária** ao ar livre, circunstância que mata mais pessoas no Brasil.
- Ficar **próximo** a carros, tratores, andando em motos, bicicletas e ao lado de **transportes** em geral.
- Ficar em campo aberto, como em praias, campos de futebol ou embaixo de árvores e perto de cercas.
- Ficar perto de objetos que conduzem eletricidade (como telefone com fio, ou celular conectado ao carregador) e objetos metálicos grandes.
- Ficar em um abrigo aberto, como uma sacada, varanda, toldo, deque, etc.

Opção segura de abrigo:
- Busque um **veículo fechado** como abrigo e fique dentro dele, com as portas e janelas fechadas, sem encostar-se à lataria até a tempestade passar...

O que é o raio e como ele se forma?

O raio é uma descarga elétrica de grande **intensidade** que ocorre na atmosfera. A intensidade típica de um raio é de 30 mil ampères, cerca de mil vezes a intensidade de um chuveiro elétrico.

Ele se forma dentro das nuvens de tempestade, ou nuvens Cumulonimbus, a partir das cargas elétricas geradas pelo choque de partículas de gelo dentro destas nuvens. Quando estas cargas atingem certa quantidade surge uma faísca que dá início a um raio. À medida que esta faísca se aproxima do solo, inicia-se uma descarga do solo para a nuvem, principalmente em **objetos** salientes e **pontilhosos**, ou ainda em pontos com maior condutividade elétrica (em geral, objetos metálicos). Quando as duas se unem acontece o raio.

Descargas atmosféricas podem ocorrer ainda no interior de uma nuvem, entre duas nuvens ou de uma nuvem para o ar. Em geral, quando os raios acontecem provocam um clarão e, logo em seguida, um barulho denominado **trovão**, devido ao deslocamento de ar.

Como os raios podem nos atingir?

Os **para-raios** têm a finalidade de proteger as edificações; desta forma, uma pessoa pode morrer, por exemplo, atingida por um raio em um campo de futebol que tenha para-raios.

Os raios podem cair em um mesmo lugar várias vezes, contrariando o **dito popular** que diz: "um raio não cai duas vezes no mesmo lugar".

As pessoas, na maioria das vezes são atingidas por **correntes indiretas** dos raios que vêm, por exemplo, pelo chão. São raros os casos em que as pessoas são atingidas diretamente por um raio, mas nestes casos a pessoa morre imediatamente.

Já os **cães** em geral têm muito medo de tempestades. Nos casos mais graves, eles entram em pânico durante as trovoadas, começam a roer mobiliário, chorar, quebrar janelas, etc. Entretanto, a origem da fobia ainda não é totalmente conhecida.

Maiores informações podem ser encontradas no Portal ELAT:
www.inpe.br/elat

Produção: Comunicação do Grupo de Eletrodinâmica Atmosférica (ELAT)
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Texto: Iara Cardoso e Osmar Pinto Júnior (ELAT)
Projeto Gráfico: Iara Cardoso (ELAT)
Revisão: Iara Pinto (ELAT)
Ilustrações: Cláudio Alecrim (FURNAS)
Agradecimentos: Simone Andrade de Melo Garcia (FURNAS)
Impressão: Departamento de Popularização e Difusão da Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

*Ilustrações adaptadas da cartilha "Proteção contra Raios - FURNAS"

Fonte: http://www.inpe.br/webelat/docs/Cartilha_Raios_Alta.pdf

ANEXO VIII

1. (UEL-PR) Leia o texto a seguir.

Um raio é uma descarga elétrica na atmosfera. Geralmente, ele começa com pequenas descargas elétricas dentro da nuvem, que liberam os elétrons para iniciar o caminho de descida em direção ao solo. A primeira conexão com a terra é rápida e pouco luminosa para ser vista a olho nu. Quando essa descarga, conhecida como “líder escalonado”, encontra-se a algumas dezenas de metros do solo, parte em direção a ela outra descarga com cargas opostas, chamada de “descarga conectante”. Forma-se então o canal do raio, um caminho ionizado e altamente condutor. É neste momento que o raio acontece com a máxima potência, liberando grande quantidade de luz e som.

(Adaptado de: SABA, M. M. F. A Física das Tempestades e dos Raios. Física na Escola. v.2. n.1. 2001.)

Com base no texto e nos conhecimentos sobre eletrostática, atribua V (verdadeiro) ou F (falso) às afirmativas a seguir.

() A maioria das descargas elétricas atmosféricas ocorre quando o campo elétrico gerado pela diferença de cargas positivas e negativas é próximo de zero.

() A corrente elétrica gerada pelo raio produz um rápido aquecimento do ar, e sua inevitável expansão produz o som conhecido como trovão.

() A corrente elétrica gerada a partir de um raio pode ser armazenada e utilizada, posteriormente, para ligar o equivalente a 1000 lâmpadas de 100 watts.

() Para saber a distância aproximada em que um raio caiu, é preciso contar os segundos entre a observação do clarão e o som do trovão. Ao dividir o valor por 3, obtém-se a distância em quilômetros.

() A energia envolvida em um raio produz luz visível, som, raios X e ondas eletromagnéticas com frequência na faixa de AM.

Assinale a alternativa que contém, de cima para baixo, a sequência correta.

- a) V, V, F, F, V.
- b) V, F, V, V, F.
- c) V, F, F, F, V.
- d) F, V, F, V, V.
- e) F, F, V, V, F.

Resposta Questão 1

Letra D.

Falsa – Se o campo elétrico gerado pela diferença de cargas fosse próximo de zero, a rigidez dielétrica do ar não seria rompida e as descargas não ocorreriam.

Verdadeira – Definição de trovão.

Falsa – Não há como armazenar a corrente elétrica de um raio.

Verdadeira – Adotando a velocidade do som no ar como 340 m/s, imagine um intervalo de tempo entre a observação do clarão e o som do trovão de 6 s. A distância aproximada da queda do raio seria de 2040 m ou 2,04 km. Ao dividir 6 s por 3, encontramos uma distância aproximada de 2 km.

Verdadeira.

2. (UFT TO) Um carro que trafegava em uma estrada durante uma tempestade é atingido por um raio. Com relação aos ocupantes do veículo é CORRETO afirmar que:

- a) sofrerão choque elétrico, pois a carroceria do carro é constituída de um bom material condutor.
- b) somente o motorista sofrerá choque elétrico, por estar em contato com o volante do veículo.
- c) sofrerão choque elétrico, pois as cargas elétricas serão distribuídas em todo o interior do veículo.
- d) não sofrerão nenhum choque elétrico, devido aos pneus serem constituídos de material isolante, garantindo o isolamento elétrico do carro.

e) não sofrerão nenhum choque elétrico, pois a carroceria do carro é formada de material condutor, de modo que a eletrização ocorre apenas em sua superfície externa.

Resposta Questão 2

Letra D.

3. (ACAFE SC) Um para-raios é uma haste de metal, geralmente de cobre ou alumínio, destinado a dar proteção às edificações, atraindo as descargas elétricas atmosféricas (os raios) e desviando-as para o solo através de cabos de pequena resistência elétrica. Considerando o exposto, assinale a alternativa correta que completa as lacunas da frase a seguir. O funcionamento do para-raios é baseado na _____ e no _____.
- a) indução magnética / efeito joule
 - b) blindagem eletrostática / poder das pontas
 - c) indução eletrostática / efeito joule
 - d) indução eletrostática / poder das pontas

Resposta Questão 3

Letra D.

4. (UFGD MS) O para-raios foi construído por Benjamin Franklin, sendo constituído por uma haste de metal ligada a terra por um fio condutor. Em sua extremidade superior existe uma coroa de pontas metálicas capaz de suportar o forte calor gerado pela descarga elétrica. Seu princípio de funcionamento se baseia no poder das pontas do condutor metálico. Quando uma nuvem eletrizada que esteja passando nas proximidades de um para-raios interage com ele, surge um forte campo elétrico entre as cargas elétricas da nuvem e as cargas que surgem na ponta do para-raios, oriundas do aterramento. O campo elétrico fica cada vez mais intenso até ultrapassar a rigidez dielétrica do ar (3×10^6 V/m), quando o ar se ioniza formando um caminho condutor até as nuvens. A partir desse momento, ocorrem as descargas elétricas.

Disponível em. Acesso em: 26 set. 2014. De acordo com esse texto, o fenômeno de eletrização que surge no para-raios antes da descarga elétrica é

- a) atrito.
- b) contato.
- c) indução.
- d) ionização.
- e) radiação.

Resposta Questão 4.

Letra C.

5. (UFT TO) O para raio tipo Franklin é caracterizado por captores metálicos pontiagudos instalados num ponto alto da edificação a ser protegida. De acordo com Benjamin Franklin, qual a razão do captor ser pontiagudo e não arredondado?

- a) Melhorar a eficiência térmica do para raio.
- b) Evitar aumento de tensão durante a descarga.
- c) Atrair melhor o raio devido às linhas de campo elétrico mais concentrado.
- d) Evitar gastos com manutenção.
- e) Facilitar o escoamento da dissipação da descarga para o solo.

Resposta Questão 5. Letra C.

6. (Apostila Pitágoras – C4) Duas folhas de um mesmo tipo de papel são atritadas entre si. Elas ficarão eletrizadas? E se atritarmos duas barras feitas de um mesmo tipo de plástico? Explique

Resposta Questão 6.

Não; em ambos os casos os corpos não ficarão eletrizados. Isso porque, sendo os corpos atritados entre si de mesma natureza (papel com papel e plástico com plástico), não haverá transferência de elétrons de um para o outro.

7. (Apostila Pitágoras – C4) Num processo de eletrização, uma barra de vidro é atritada com um pedaço de seda, que fica eletrizada positivamente, enquanto a seda fica eletrizada negativamente, conforme figura abaixo. O número de elétrons em excesso na seda (módulo da carga na seda) é maior, menor ou igual ao número de prótons em excesso no vidro (quantidade de carga no vidro)?



Resposta Questão 7.

Estando a barra de vidro e o pedaço de seda inicialmente neutros, o número de elétrons em cada um era igual ao número de prótons. Como os elétrons em excesso adquiridos pelo pedaço de seda foram cedidos pelo vidro, o número desses elétrons é igual ao número de prótons em excesso no vidro.

ANEXO IX



Choque e Temor - A História da Eletricidade (cap1.)

Disponível em: <http://www.dailymotion.com/video/x2e5tcc>



1° Pergunta:

Qual o objetivo do episódio? (Resumo sobre o Episódio, como se você fosse explicar para alguém)

2° Pergunta:

Quais os nomes da Física são citados ao longo do Episódio?

3° Pergunta:

Qual parte do episódio mais te impressionou?

ANEXO X

O roteiro experimental encontra-se disponível em: <http://gpquae.iqm.unicamp.br/experimentos/E1.pdf>, produzido por Prof. Dr. Adriana Vitorino Rossi, Prof. Márcia Zanchetta Peterman e Nome: Letícia Araújo de Oliveira Tiago Coelho de Campos

Experimento: CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE ALGUNS MATERIAIS

EXPERIMENTO: CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE ALGUNS MATERIAIS

OBJETIVOS: Compreensão das condições necessárias para que haja condução de eletricidade utilizando conceitos químicos de substâncias iônicas e moleculares. Reconhecer alguns materiais que são condutores elétricos e entender por que alguns conduzem corrente elétrica e outros não.

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES: Seria conveniente que o aluno já tivesse uma breve noção de estados físicos da matéria, bem como sua composição suas transformações. O aluno deve compreender a constituição da matéria e após ter uma breve noção de estrutura atômica (modelo de Dalton). Poderá ao realizar esse experimento, ter elementos necessários poder identificar e compreender de maneira inteligente e didática os fenômenos que estão em questão quando se analisa o estudo da condutividade elétrica. Assim terá condições de entender a estrutura atômica bem como a evolução dos modelos atômicos.

INTRODUÇÃO:

A manifestação da eletricidade ligada á matéria, tem a ver com a propriedade de conduzir corrente elétrica de determinado material: a condutividade elétrica que, por sua vez, difere de um material para outro. Alguns materiais são bons condutores elétricos, outros não.

Esse experimento visa o entendimento da condutividade elétrica, utilizando alguns materiais para teste. A condutividade elétrica será observada pelo acendimento ou não da lâmpada. Mas para isso é importante que se saiba o que é corrente elétrica.

A corrente elétrica pode ser entendida como o movimento ordenado de partículas eletricamente carregadas que circulam por um condutor, quando entre as extremidades desse condutor há uma diferença de potencial, ou seja, tensão. Em outras palavras, a tensão elétrica pode ser entendida como uma "força" responsável pela movimentação de elétrons.

Os elétrons e a corrente elétrica não são visíveis a olho nu, mas podemos comprovar sua existência conectando, por exemplo, uma lâmpada a um terminal de geração de corrente elétrica. Entre os terminais do filamento da lâmpada caso exista uma diferença de potencial, com circulação de uma corrente elétrica, a lâmpada irá brilhar.

Então podemos dizer que o experimento proposto para explicar esse conceito é bastante interessante.

SÓLIDOS: Metais – Madeira – Plástico

Poderemos entender por que os metais conduzem corrente elétrica, mas a madeira não. Experiências com raios X levam a crer que os retículos cristalinos dos metais sólidos consistem em agrupamentos de cátions fixos, rodeados por um "mar de elétrons". (VER FIGURA 1)

Esses elétrons são provenientes da camada de valência dos respectivos átomos e não são atraídos por nenhum núcleo em particular, isso por que esses elétrons estão deslocalizados. Esses elétrons ocupam o retículo cristalino por inteiro e a liberdade que têm de se moverem através do cristal é responsável pelas propriedades que caracterizam os metais.

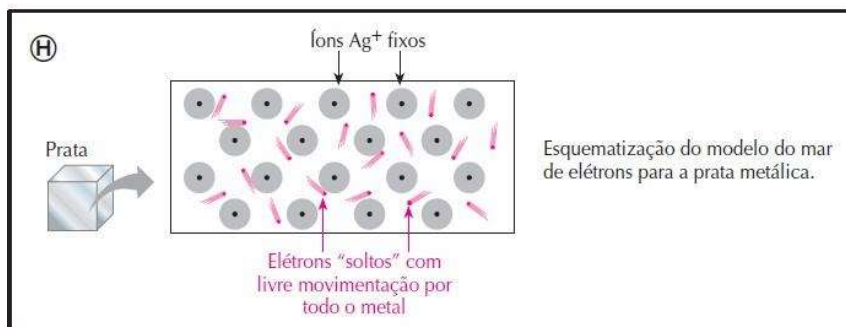


FIGURA 1: Esquema do modelo de “mar de elétrons” para um metal.

A madeira e o plástico, por exemplo, não há elétrons deslocalizados na sua estrutura, além de não existir uma estrutura cristalina propriamente dita, presente nesses materiais.

O plástico é um exemplo de material polimérico, formado por ligações puramente localizada e covalente, assim como a madeira. Ambos são formados por substâncias orgânicas.

Assim fica claro o porquê de os metais conduzirem corrente elétrica, mas a madeira e o plástico não.

Nos metais como ficou explicitado, há elétrons livres para se moverem, já no caso da madeira e do plástico isso não existe, sendo que esta é a condição básica para que haja movimentação de elétrons e assim a condução de corrente elétrica.

COMPOSTOS IÔNICOS e MOLECULARES: Sólidos, líquidos e soluções aquosas

Agora vamos entender a questão da condutividade de soluções e de sólidos.

Primeiramente, como vai poder observar, só haverá condução de eletricidade no caso dos materiais em solução aquosa, e ainda assim naquelas soluções nas quais vai poder observar a existência de partículas eletricamente carregadas, responsáveis pela condução elétrica.

No esquema abaixo, podemos prever em quais vai ocorrer condução de corrente elétrica. (VER FIGURA 2)

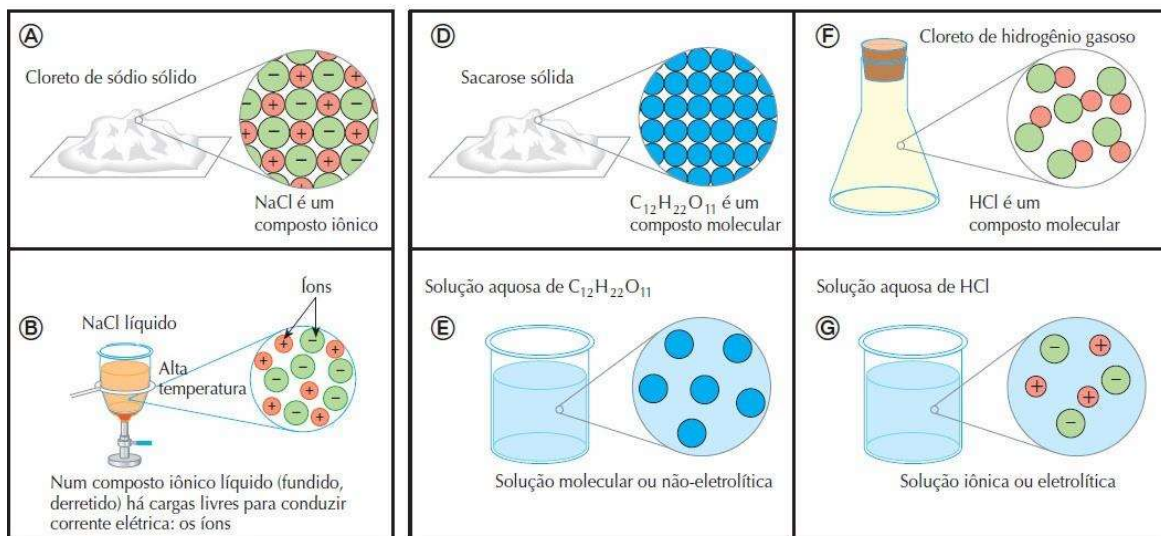


Figura 2: Condições de estudo de condutividade elétrica de substâncias e soluções

No esquema A, temos o NaCl sólido puro, por mais que ele seja formado por íons (partículas carregadas), estes não estão livres para se movimentarem e assim conduzir corrente elétrica. Eles estão “presos” no retículo cristalino.

Já na figura B, temos o NaCl líquido puro, e este sim tem seus íons livres para se movimentarem quando fundido, assim conduzem corrente elétrica nessa situação.

O mesmo é válido para o caso de NaCl dissolvido em água. A questão é que a água separa os íons no retículo, solvatando-os. Assim tem íons livres para se movimentarem e conduzirem corrente elétrica.

Já na figura D, tem-se um composto sólido molecular, que não apresenta cargas para se movimentarem e assim conduzirem corrente elétrica. Assim, é evidente que mesmo fundido ou em solução aquosa a condução de corrente elétrica não será possível, como mostra também a figura E.

Já na figura F, temos um ácido inorgânico, que é um composto molecular e, portanto, só vai conduzir corrente elétrica quando dissolvido em água. Isso porque a água reage com o hidrogênio do ácido e dessa forma, cria espécies carregadas que passam a conduzir corrente elétricas. Como fica explícito na figura G. Assim, fica válido para o estudo da condutividade de substâncias o seguinte:

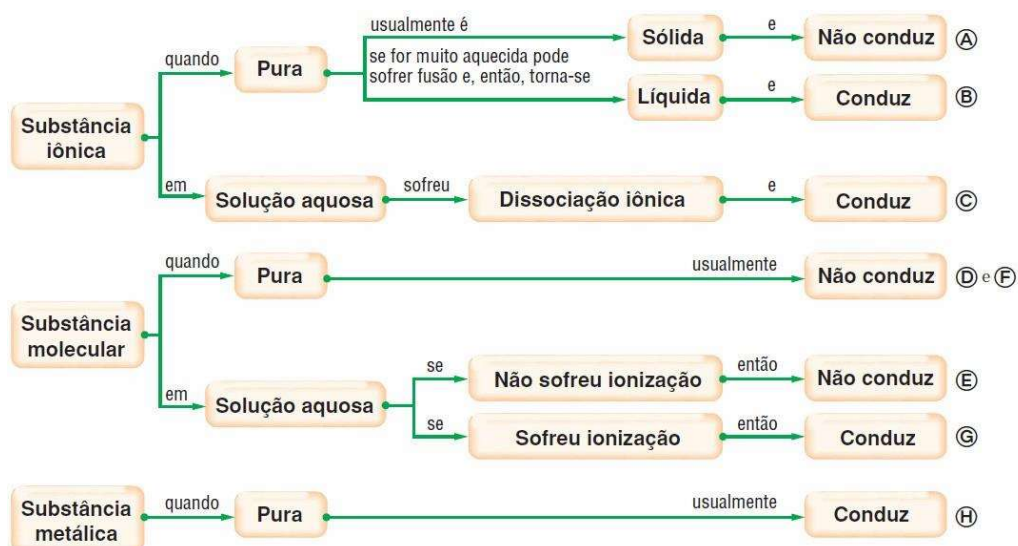


Figura 3: Esquema geral de condutividade elétrica, a pressão ambiente

Parte Experimental:

*** SERIA CONVENIENTE QUE OS ALUNOS TESTASSEM EM GRUPOS O EXPERIMENTO DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA, DE MANEIRA QUE O PROFESSOR SUGERISSE ALGUNS MATERIAIS CHAVE PARA QUE ELES PUDESSEM TESTAR, E DEIXASSE EM ABERTO PARA QUE ELES POSSAM ESCOLHER ALGUNS MATERIAIS. DESSA FORMA, OS ALUNOS PODERÃO JÁ EXERCITAR SEU INSTINTO INVESTIGATIVO NO COMPORTAMENTO DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS, SOLIDIFICANDO ASSIM O CONHECIMENTO DE MANEIRA EFICIENTE.

*** **ATIVIDADE AVALIATIVA SUGERIDA:** Os alunos coletarão os dados em uma tabela e farão um tratamento dos dados, em forma de “TRABALHO DE GRUPO” de forma a justificar os resultados.

*** **TIPO DE RECUPERAÇÃO:** Com os alunos que não entenderam bem o experimento, sugere-se um tratamento especial à estes. Se o contingente de alunos for grande, o professor deve se programar de forma a organizar uma aula teórico-explicativa do conceito condutividade.

Caso sejam poucos alunos, o professor deve disponibilizar um horário de atendimento para este, ou mesmo fornecer um artigo ou texto bem explicativo com alguns exercícios conceituais para sanar esse problema.

Materiais necessários para aparelhagem experimental:

- Dispositivo de teste - (ver Figura 4);
- Esponja de aço;
- Lâmpadas de três voltagens diferentes: uma de 2,5W, outra de 10 ou 15 W e uma de 60W;
- 1 bastão de vidro para agitar as soluções;
- De 3 á 5 béqueres de 100 mL;
- Papel higiênico para fazer possíveis limpezas de eletrodos.

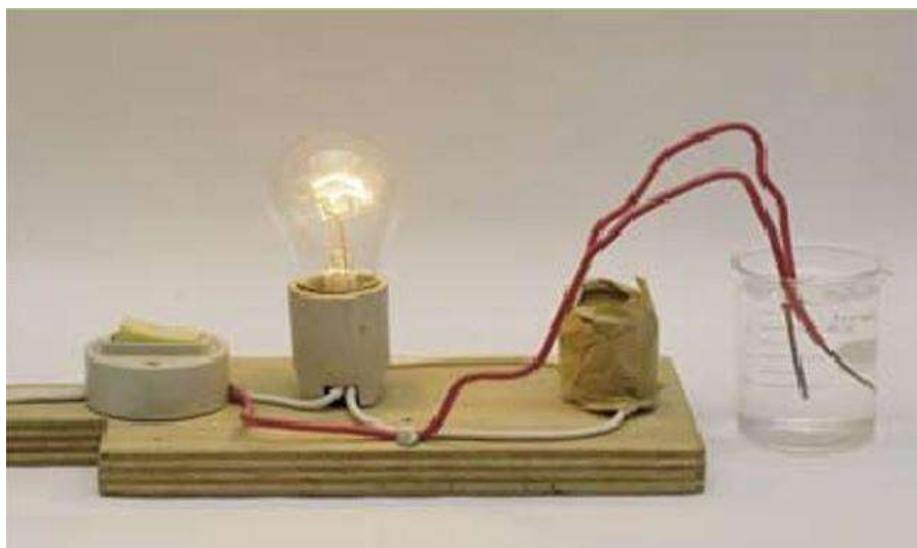


Figura 4:Dispositivo de teste

Materiais testados:

MATERIAIS SÓLIDOS:	MATERIAIS LÍQUIDOS:
1. Pedaco de ferro (prego)	1. Água destilada
2. Pedaco de madeira	2. Água de torneira
3. Pedaco de plástico	3. Etanol
4. Cloreto de sódio (NaCl)-sal de cozinha	4. Suco de limão ou laranja.
5. Sacarose (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)-açúcar	

Procedimento experimental:

Antes de iniciar a parte experimental é importante seguir algumas recomendações:

- Não tocar nos eletrodos (fios desencapados), simultaneamente quando o dispositivo estiver ligado à tomada.
- Sempre que for limpar os eletrodos, deve-se desligar o dispositivo.
- Ao testar os materiais líquidos, mantenha os eletrodos sempre

paralelos e imersos até a mesma altura (controle de variáveis).

1.1- Montar uma tabela contendo três colunas: Material / Conduz corrente elétrica?/o material dissolvido em água conduz corrente elétrica?

1.2- Montagem do aparato experimental para medição de condutividade elétrica (ver figura 1).

1.3- Com o dispositivo desligado, limpar os eletrodos com a esponja de aço.

1.4- Testar a condutividade das amostras sólidas. (À medida que se testa a condutividade de materiais diferentes é conveniente que seja feita a limpeza dos eletrodos.)

1.5- Ligar o dispositivo na tomada e colocar os eletrodos em contato com a os extremos opostos da porção da amostra sólida, deixando os eletrodos afastados por aproximadamente 5 cm um do outro.(É IMPORTANTE QUE NÃO SE DEIXE UMA PONTA DO ELETRODO ENCOSTAR NA OUTRA)

1.6- Anotar as observações de cada material na tabela.

1.7- Testar a condutividade das amostras líquidas: água destilada, água de torneira, etanol e suco de limão ou laranja.

1.8- Colocar água destilada até aproximadamente 2/3 do volume do béquer.

1.9- Mergulhar os eletrodos deixando-os afastados por aproximadamente 5 cm um do outro; 1.10- Ligar o aparelho e após o teste desligar o dispositivo;

1.11- Fazer as anotações pertinentes. Em qual(is) amostras houve condução de corrente elétrica?

1.12- Tentar dissolver as amostras sólidas (cloreto de sódio e sacarose) em água destilada, de modo à que se tenha uma solução aquosa das mesmas, repetindo os procedimentos 1.8 ao 1.11.

Discussão dos resultados esperados:

MATERIAIS SÓLIDOS:	Conduz corrente elétrica?	Explicação dos resultados:
Pedaço de ferro (prego)	Sim	Material metálico
Pedaço de madeira	Não	Material orgânico sem carga
Pedaço de plástico	Não	Material orgânico sem carga
Cloreto de sódio (NaCl)- sal de cozinha	Não	Sólido iônico
Sacarose (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)- açúcar	Não	Sólido molecular
-----	-----	-----
MATERIAIS LÍQUIDOS:	Conduz corrente elétrica?	Explicação dos resultados:
Água destilada	Não	Ausência de íons livres em solução
Água de torneira	Sim	Presença de íons livres em solução
Etanol	Não	Líquido molecular sem carga
Suco de limão ou laranja.	Sim	Ácido orgânico, em solução libera íons carregados.
Solução de Cloreto de sódio (NaCl)	Sim	Presença de íons em solução
Solução de Sacarose (C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁)- açúcar	Não	Não há formação de íons, partículas carregadas em solução

Questões básicas:

- 1.) Baseando-se no conhecimento do que é corrente elétrica, explique por que uns materiais conduzem corrente elétrica e outros não.
- 2.) Como as diferenças de intensidade de brilho da lâmpada podem ser explicadas?
 - ✓ No caso do acendimento das lâmpadas de voltagens diferentes, estuda-se o grau de condutividade dos compostos, com alta condutividade conseguem fazer com que se acenda todas as lâmpadas, da de menor voltagem à de maior voltagem. Já no caso dos compostos com baixa condutividade, consegue-se obter o acendimento apenas da lâmpada de menor voltagem.