

TECNOLOGIA COMO RECURSO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA - ELETROSTÁTICA

UESLEI APARECIDO SOARES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof^o Dr. Ronni Amorim

Co-orientador:

Prof^a. Dra. Maria de Fátima S. Verdeaux

Brasília Agosto
de 2023

**TECNOLOGIA COMO RECURSO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE
FÍSICA - ELETROSTÁTICA**

UESLEI APARECIDO SOARES

Orientador:

Prof.º Dr. Ronni Amorim

Co-Orientador(a):

Profª. Dra. Maria de Fátima da Silva Verdeaux

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Profº Dr. Ronni Amorim
(Orientador)

Dr. Wytler Cordeiro dos Santos
(Membro Titular Interno – IF/UnB)

Dr. Rendisley Aristoteles dos Santos Paiva
(Membro Titular Externo - SEEDF)

Dr.
(Membro Suplente Interno – IF/UnB)

Dr.
(Membro Suplente externo –)

Brasília Agosto
de 2023

Soares, Ueslei Aparecido
Tecnologia como recurso de aprendizagem no Ensino de Física -
Eletrostática / Ueslei Aparecido Soares - Brasília: UnB / IF, 2016.
viii, ___f.: il.; 30cm.
Orientadora: Maria de Fátima da Silva Verdeaux
Dissertação (mestrado) – UnB / Instituto de Física / Mestrado
Profissionalizante em Ensino de Física, 2017.
Referências Bibliográficas: f. _____.
1. Ensino de Física. 2. Eletrostática. 3. Blog. I. Verdeaux, M^a de
Fátima da Silva. II. Universidade de Brasília, Instituto de Física, Mestrado
Nacional Profissionalizante em Ensino de Física. III. Tecnologia como recurso
de aprendizagem no Ensino de Física - eletrostática.

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que
fizeram parte da minha trajetória:

À minha esposa Sheila, parceira e grande
responsável por esta conquista;

Aos pais pelo incentivo e apoio;

Aos meus amigos e professores pelo incentivo e
otimismo.

A CAPES que tornou possível fazer parte deste
programa de apoio à formação continuada de
professores.

Agradecimentos

Agradeço:

Para que um sonho possa ser concretizado, Deus coloca as pessoas certas no momento oportuno, agradeço ao meu orientador: Prof.º Dr. Ronni Amorim.

Agradeço a minha co-orientadora, Profª. Dra. Maria de Fátima da Silva Verdeaux, pela orientação, e puxões de orelha, sempre carinhosa e atenciosa.

A minha esposa Sheila, pela paciência e dedicação.

Aos professores do Instituto de Física da UnB, grandes responsáveis pela construção de novos profissionais mais completos e com uma bagagem de conhecimento maior.

Aos funcionários e colegas de trabalho da Escola Estadual Quintino Vargas onde foi aplicado o projeto.

Aos meus parceiros, os alunos que participaram do projeto.

Aos amigos do MNPEF, pela amizade e apoio durante esta etapa tão importante da minha vida.

À SBF, por esta oportunidade ímpar de estar me qualificando profissionalmente.

À CAPES, por este programa de bolsas que viabilizou a minha participação neste curso de capacitação profissional.

RESUMO

TECNOLOGIA COMO RECURSO DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE FÍSICA - ELETROSTÁTICA

Ueslei Aparecido Soares

Orientador:

Prof.º Dr. Ronni Amorim

Co-Orientadora:

Maria de Fátima da Silva Verdeaux

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília no Curso de Mestrado Nacional Profissionalizante de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

O ensino de física no Brasil enfrenta consideráveis desafios, demandando do professor a árdua missão de tornar as aulas atrativas. Para alcançar esse objetivo, é imperativo inovar, explorando recursos motivacionais, sendo a tecnologia uma ferramenta especialmente útil para instigar o interesse pela aprendizagem das ciências. É crucial promover o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, estimulando a formulação de conceitos por meio da socialização. Nesse sentido, utilizam-se ferramentas sociais frequentemente empregadas pelos alunos, como Facebook, YouTube, blogs, entre outras, visando uma aprendizagem significativa tanto de cunho acadêmico quanto humano.

O projeto foi aplicado de abril a junho de 2016 na Escola Estadual Quintino Vargas, localizada em João Pinheiro, MG. Três turmas do terceiro ano do Ensino Médio, totalizando 102 alunos, foram envolvidas. O material elaborado abordou temas como condutores e dielétricos, processos de eletrização (contato, atrito e indução eletrostática), Lei de Coulomb, Campo Elétrico e Efeito de Pontas. Cada módulo didático incorporou questões que buscavam relacionar o conhecimento científico com o cotidiano dos educandos.

Palavras-chave: Ensino de Física, blog, eletrostática, formação de tempestades, cooperação, de Aprendizagem de Ausubel e Interação Social de Piaget.

Brasília Agosto
de 2023

ABSTRACT

TECHNOLOGY AS A LEARNING RESOURCE IN PHYSICS TEACHING -

ELECTROSTATICS

Ueslei Aparecido Soares

Orientador:

Prof.º Dr. Ronni Amorim

Co-Orientadora:

Maria de Fátima da Silva Verdeaux

Abstract of master's dissertation submitted to Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília in Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF) Course, as part to of the requirements for obtaining the Master's title in Physics Teaching.

The teaching of physics in Brazil faces serious challenges, demanding from the teacher the hard mission to make classes attractive to the students. To reach this goal, it is imperative to innovate, exploiting motivational resources, and considering technology an especially useful tool to instigate the interest for the learning of science. It is crucial to promote the development of critical thinking for the students, stimulating them to form concepts through socialization. For that, social tools are frequently applied by the students such as Facebook, YouTube, blogs and others, aiming a significantly academic and human learning process.

The project has been applied from April to June 2016 at Escola Estadual Quintino Vargas, located in Joao Pinheiro, MG. Three classes of 12th grade were involved, a total of 102 students. The material that was prepared had as its approach themes such as conductors and dielectrics, electrization processes (contact, friction and electrostatic), Coulomb Law, Electric Field and Spike Effect. Each didactic module incorporated issues that aimed to relate the scientific knowledge to the students day.

Keywords: Physics education, Blog, Electrostatic, Storm formation, cooperation, Ausubel Learning, Piaget Social Interaction.

Brasília
August 2023

Sumário

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO.....	13
CAPITULO 2 – REVISÃO LITERATURA	16
2.1 Grupo 1: Utilização de blogs como recurso pedagógico.....	16
2.2 Grupo 2: A importância das novas tecnologias no ensino.....	18
CAPITULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
3.1 A teoria da interação social de Jean Piaget	22
3.2 A teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel	24
CAPITULO 4 – Metodologia.....	27
4.1 Metodologia de investigação e características da amostra.	27
4.1.1 Questionários	29
4.1.2 Material instrucional	30
4.1.2.1 Texto de apoio e apresentações em Power Point.	30
4.1.2.2 Ferramentas virtuais, blog, face book, Youtube.	30
4.1.2.3 Apresentações de slides por módulo.....	31
4.1.2.4 Guia de atividades	31
4.2 Sequência didática.....	33
CAPITULO 5 – PRODUTO EDUCACIONAL.....	40
5.1 Destinação	40
5.2 Introdução.....	40
5.3 Desenvolvimento do produto educacional	40
5.3.1. O blog	41
5.3.2 Aulas virtuais	42
5.3.2.1 Processos de eletrização	42
5.3.2.2 Campo elétrico	44
5.3.2.3 Raios, relâmpagos e trovões.	46
5.3.2.4 Para-raios	48
CAPÍTULO 6 – ELETROSTÁTICA	
6.1 Elementos de eletrostática.....	49
6.1.1 Carga elétrica	49
6.1.2 Quarks	49
6.1.3 Lei da conservação de carga elétrica	50
6.1.4 Processos de eletrização	51
6.2 Lei de Coulomb – Força eletrostática	51
6.3 Campo elétrico	52
6.3.1 O princípio da superposição	53

6.3.2 Campo elétrico de uma distribuição contínua de cargas	54
6.3.3 Lei de Gauss	55
6.4 Eletrostática na formação de descargas elétricas	57
CAPÍTULO 7 – ANÁLISE E CONSOLIDAÇÃO DOS RESULTADOS.	60
7.1 Análise dos resultados	60
7.1.1 Comparação dos resultados do pré e pós-teste	61
7.1.2 Análise de resultado do questionário de opinião.	76
CAPÍTULO 8 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
REFERÊNCIAS.....	89
APÊNDICES.....	92
APÊNDICE A – Questionário de opinião para avaliação da proposta.....	92
APÊNDICE B – BLOG com o material instrucional.....	94
APÊNDICE C – Termo de consentimento livre e esclarecido para os alunos...95	
ANEXOS	
ANEXO 1 – Teste de concepções prévias	96
ANEXO 2 – Teste de consolidação da proposta pedagógica.	102
ANEXO 3 – Competências e habilidades a serem desenvolvidas em física.....	106
ANEXO 4 – Listas de exercícios.....	109

Lista de Quadros

Quadro 4.1 – Apresentação dos conteúdos, da carga horária e da metodologia.	33
--	----

Lista de Figuras

Figura 4.1 Laboratório de informática.....	27
Figura 4.2: Página do blog com material instrucional	30
Figura 5.1 Tela de apresentação do blog.	40
Figura 5.2 Processo de eletrização: indução.....	41
Figura 5.3 Processo de eletrização: contato.....	42
Figura 5.4 Esfera de Plasma.	43
Figura 5.5 Campo elétrico e as descargas atmosféricas	44
Figura 5.6 Descargas elétricas.....	45
Figura 5.7 O que é um para-raios?	47
Figura 6.1 Carga elétrica	49
Figura 6.2 Quarks	50
Figura 6.3 Eletrização por atrito	51
Figura 6.4 Eletrização por contato	51
Figura 6.5 Eletrização por indução	51
Figura 6.6 Lei da atração e repulsão	52
Figura 6.7 Vetor campo elétrico	53
Figura 6.8 Linhas de força do campo elétrico	54
Figura 6.9 Campo elétrico uniforme	57
Figura 6.10 Polarização das nuvens	57
Figura 6.11 Descarga elétrica	58
Figura 7.1: Citações tidas como corretas para a questão 1 no pré e pós-teste.	6.1
Figura 7.2: Citações tidas como corretas para a questão 2 no pré e pós-teste.	62
Figura 7.3: Citações tidas como corretas para a questão 3 no pré e pós-teste.	63
Figura 7.4: Citações tidas como corretas para a questão 4 no pré e pós-teste.	64
Figura 7.5: Citações tidas como corretas para a questão 5 no pré e pós-teste.	65
Figura 7.6: Citações tidas como corretas para a questão 6 no pré e pós-teste.	66
Figura 7.7: Citações tidas como corretas para a questão 7 no pré e pós-teste.	67
Figura 7.8: Citações tidas como corretas para a questão 8 no pré e pós-teste.	67
Figura 7.9: Citações tidas como corretas para a questão 9 no pré e pós-teste.	68
Figura 7.10: Citações tidas como corretas para a questão 10 no pré e pós-teste	69
Figura 7.11: Citações tidas como corretas para a questão 11 no pré e pós-teste	59
Figura 7.12: Citações tidas como corretas para a questão 12 no pré e pós-teste	70
Figura 7.13: Citações tidas como corretas para a questão 13 no pré e pós-teste	71
Figura 7.14: Citações tidas como corretas para a questão 14 no pré e pós-teste	72
Figura 7.15: Citações tidas como corretas para a questão 15 no pré e pós-teste	72
Figura 7.16: Citações tidas como corretas para a questão 16 no pré e pós-teste	73

Figura 7.17: Citações tidas como corretas para a questão 17 no pré e pós-teste	74
Figura 7.18: Citações tidas como corretas para a questão 18 no pré e pós-teste	74
Figura 7.19: Citações tidas como corretas para a questão 19 no pré e pós-teste	75
Figura 7.20: Citações tidas como corretas para a questão 20 no pré e pós-teste	76
Figura 7.2.1: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 1 do questionário de opinião	77
Figura 7.2.2: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 2 do questionário de opinião	77
Figura 7.2.3: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 3 do questionário de opinião	78
Figura 7.2.4: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 4 do questionário de opinião	78
Figura 7.2.5: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 5 do questionário de opinião	79
Figura 7.2.6: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 6 do questionário de opinião	79
Figura 7.2.7: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 7 do questionário de opinião	80
Figura 7.2.8: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 8 do questionário de opinião	80
Figura 7.2.9: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 9 do questionário de opinião	81
Figura 7.2.10: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 10 do questionário de opinião	81
Figura 7.2.11: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 11 do questionário de opinião	82
Figura 7.2.12: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 12 do questionário de opinião	82
Figura 7.2.13: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 13 do questionário de opinião	83

Capítulo 1

Introdução

A física é uma ciência cujos fundamentos vêm possibilitando o desenvolvimento de novas tecnologias que agregam conforto e qualidade de vida, facilitando a comunicação, além de desvendar os segredos e mistérios dos fenômenos da natureza como, por exemplo, as tempestades com seus raios e trovões com seus mitos e verdades. Mas, o fato é que a Física tem despertado cada vez mais a curiosidade e, até certo ponto, fascínio nas pessoas. A Física faz parte do dia a dia das pessoas que, muitas vezes, por falta de informação, não conseguem perceber os fenômenos físicos que nos cercam, em desenhos animados (Liga da justiça), em series (*Flash*), em avanços tecnológicos, em alguns documentários da discover. Enfim, a física está sendo muito divulgada e popularizada. No entanto, apesar de tudo isso, a física nas escolas secundárias é tratada apenas como enciclopédia por alguns professores. Portanto, na maioria das vezes, há um aparato matemático que não leva à compreensão dos fenômenos nem a sua concretização e ainda acaba por distanciar o interesse dos alunos pela disciplina (SANTIAGO, 2007). A aprendizagem acaba por tornar-se predominantemente memorística (ou mecânica). Ausubel define aprendizagem mecânica (ou automática) aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem qualquer ligação com conceitos específicos (MOREIRA, 2006).

Este trabalho foi inspirado na dificuldade que os alunos têm em identificar o saber científico com o seu cotidiano e para facilitar esta observação foi criado um *blog* de física fazendo da sala um ambiente favorável a aprendizagem.

Durante anos de experiência, foi constatada a ineficiência do ensino de física com apresentação de aulas expositivas e resolução de atividades. A experimentação e a busca de soluções para resolução de situações problema, com o auxílio da tecnologia, passaram a ser uma abordagem mais adequada a realidade dos dias atuais. A partir desta constatação surgiu a ideia de criar um *blog* onde o educando será autor e responsável pela divulgação do material elaborado e o professor realizará o papel de mediador do conhecimento.

Para elaboração do material proposto anteriormente, foi utilizada a teoria de ensino de Piaget e a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel. Com a associação destas duas teorias, foi possível trabalhar a coletividade tendo o educando como foco da aprendizagem de forma ativa, e também considerando os seus conhecimentos prévios,

trabalhando os conceitos de forma visual a partir de observações de fenômenos da natureza presentes no seu cotidiano.

O objetivo deste trabalho é de adequar a realidade da sala de aula ao modelo de sociedade dos tempos atuais, de informações que vêm e vão de forma rápida, viabilizando novas maneiras de comunicação e organização da sociedade (LEVY, 1999; CASTELLS, 1999). Para estar inserido neste cenário tecnológico e rápido serão utilizados os blogs e as redes sociais como: *Facebook* e *YouTube* para estabelecer um elo de comunicação e interação entre professor e aluno. Este recurso pode ser utilizado na aprendizagem dos fenômenos da natureza com ênfase nas tempestades.

De acordo com Silva (2010, s/d),

(...) o *blog* é um diário on-line no qual, seu responsável, pública, histórias, notícias, ideias e imagens. Se quiser, ele pode liberar a participação de colaboradores que terão acesso para também publicar no seu blog. Como diário aberto, pode ter autoria coletiva, permitindo a todos publicar ou postar seus textos e imagens, como diálogo, como registro da memória de um curso.

A utilização de novas tecnologias nas aulas de física é indispensável. Mediante análise realizada nesta dissertação de mestrado, foi verificado que, num grupo de 102 aprendizes onde o projeto foi aplicado, todos têm computador com internet e telefone conectado à rede de dados.

Na tentativa de viabilizar o conhecimento da física atrelado à tecnologia, o uso do *blog*, aliado a guias de atividades adequadas, poderia ampliar as condições e agregar uma nova ferramenta de aprendizagem dos conceitos físicos. O caminho é fazer uma parceria professor-aprendiz para juntos tornar o espaço da sala de aula um lugar de convivência, respeito, troca e, acima de tudo, de valorização do conhecimento, entendido como processo de construção social que, necessariamente, implica em interação entre indivíduos, portadores de experiências e saberes diversos, um passo importante para que os jovens vejam a escola como relevante para a sua formação.

O que se pretende alcançar com este *blog* é uma maior participação e envolvimento por parte dos aprendizes no processo de ensino e aprendizagem da física uma vez que os mesmos são idealizadores e contribuintes para construção e desenvolvimento do material de estudo, buscando atender seus anseios e objetivos. Com a tecnologia como aliada e os conceitos sendo aplicados de forma teórica e prática, espera-se alcançar resultados satisfatórios no ensino da eletrostática, com a utilização de representações gráficas, operações de lógicas e observação de fenômenos naturais, que possam auxiliar

na aquisição do conhecimento, visando não somente o uso das tecnologias, mas tentando enfatizar a crítica aos modelos prontos, pois, segundo Medeiros e Medeiros (2002) estes podem trazer uma visão distorcida da realidade dos fenômenos físicos.

Para facilitar a aprendizagem, é necessário que se tenha um conhecimento prévio do mecanismo tecnológico que será utilizado para facilitar a apresentação do conteúdo de forma clara e com resultados satisfatórios. O sistema adotado deve motivar os alunos, de modo que favoreça a reflexão e o desenvolvimento do senso crítico.

A dissertação foi dividida em sete capítulos que abordam as etapas do processo de investigação da problemática desta pesquisa.

O capítulo 1 apresenta a proposta de trabalho e as etapas de desenvolvimento.

O capítulo 2 apresenta uma revisão de literatura realizada entre 2006 a 2016, baseada em cinco periódicos brasileiros, a saber: Revista brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em Ensino de Física, Revista Eletrônica de Educação, Revista Prisma.

O capítulo 3 é o referencial teórico. Este capítulo foi dividido em duas partes: na primeira a Teoria da interação social de Jean Piaget; na segunda a Teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel.

O capítulo 4 apresenta a aplicação da proposta com sua metodologia e etapas do seu desenvolvimento do produto educacional.

O capítulo 5 apresenta o produto educacional e suas aplicações.

O capítulo 6 apresenta os resultados obtidos com a aplicação da proposta educacional com base no referencial teórico. Também foram analisados os resultados obtidos pelos alunos nos demais instrumentos de avaliação que foram utilizados, como a interação com o conteúdo de eletrostática, através dos trabalhos desenvolvidos nos módulos didáticos, as construções nos debates e na resolução de exercícios, e também por meio de prova individual, previsto no plano pedagógico da escola. No final, foi aplicado um questionário de opinião para verificar a aceitação da proposta pelos alunos.

O capítulo 7 destina-se às considerações finais. Neste capítulo conclui-se a dissertação.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

Para a elaboração deste trabalho, realizamos uma revisão bibliográfica baseada em cinco periódicos brasileiros entre 2006 e 2016, a saber: Revista brasileira de Ensino de Física, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em Ensino de Física, Revista Eletrônica de Educação, Revista Prisma. Além disso, foram incluídas nesta pesquisa três dissertações de mestrado, as quais foram constatadas uma significativa relevância.

Dos periódicos citados, foram selecionados seis artigos que têm como eixo de pesquisa a criação de um blog sobre os estudos da eletrostática com enfoque na formação de tempestades. Estes artigos foram separados em dois grupos:

1. Utilização de *blogs* como recurso pedagógico (três artigos e duas dissertações de mestrado).
2. A importância das novas tecnologias no ensino (três artigos e uma dissertação de mestrado).

2.1 Grupo 1: Utilização de blogs como recurso pedagógico

Num cenário tecnológico, as ferramentas digitais são extremamente importantes para que a educação seja ampla e atinja a realidade e o cotidiano dos alunos. O *blog* possui uma vantagem educativa para o incentivo à interação e colaboração. As páginas do *blog* disponibilizam espaços para que os usuários escrevam comentários onde o leitor pode dialogar com o autor e vice-versa, concordando, discordando ou acrescentando alguma outra discussão ou elemento, como um *link* para outro *blog* que discuta a temática abordada. Esse tipo de recurso incentiva a interação entre os usuários, diferenciando o ato de ‘*blogar*’ do ato de ‘navegar’, já que ao *blogar* o internauta não fica restrito ao traçar um percurso de leitura própria que se baseia somente na escolha dos links que o autor disponibiliza. (LOPES E AIRES, 2011).

Para Lopes e Aires (2011), a abordagem metodológica adotada é de natureza qualitativa e foi composta por três momentos distintos:

- 1) *Identificação dos conhecimentos prévios das professoras acerca do blog;*
- 2) *Realização da Oficina “Criação e Utilização pedagógica de blogs”:* A Oficina foi realizada na própria escola durante dois dias, com carga horária total de 6 horas, e

aliou tanto aspectos teóricos como: a apresentação de características do *blog* como interação, produção, colaboração e autoria e algumas possibilidades para seu uso pedagógico, quanto aspectos práticos como o acesso ao site *Blogger* e a criação de um *blog* pedagógico por cada um dos professores.

3) *Acompanhamento pedagógico das três professoras no planejamento das aulas*: elaboração dos objetivos da aula e organização do *blog* para alcançá-los, aliados a momentos de apropriação tecnológica.

Segundo Carvalho (2013), o computador pode ser usado na educação como um meio para transmitir conteúdo. Cabe aos educadores fazer a intercessão entre *educador – educando - computador*, de modo que o educando consiga adquirir conhecimento em um ambiente desafiador e onde o educador possa, com o auxílio de um computador, desenvolver no aluno a sua inventividade e autoestima.

Segundo Fortes (2009), em sua dissertação, além de todas essas possibilidades educacionais, os *Blogs* vão muito além da divulgação de informação. Se bem utilizados e explorados, podem ser poderosas ferramentas de aprendizado, pois, dentre as diversas possibilidades pedagógicas, podemos citar a facilidade de comunicação entre professores e alunos. Comprovando as suas possibilidades na educação, encontramos diversos projetos que utilizam *Weblogs* para este fim. Para Fortes (2009), as comunidades virtuais oferecem espaços de trocas de informação, e ponto virtual de encontro entre os alunos. Local este onde são disponibilizados: tarefas, notícias, recados, *links*, além de poderem também interagir com o professor.

Segundo Silva (2003), “na medida em que há uma apropriação efetiva das novas tecnologias de comunicação, alunos e professores podem fazer parte de uma nova escrita e de uma nova dinâmica educacional, participando do desenvolvimento destes gêneros emergentes, ao invés de ficar à margem deste processo”. MANTOVANI (2006)

Com relação ao uso dos *blogs*, várias tipologias já foram adotadas conforme o uso que se pretende do recurso. Entre os fatores que são primordiais para utilização do *blog* como recurso pedagógico, destacam-se as informações postadas. É importante que o *blog* não falhe na credibilidade e na relevância para com o público destinado; o *layout* também é importante.

Uma sociedade cada vez mais tecnológica exige da escola métodos de ensino inovadores. Segundo Carvalho (2013), a sociedade exige métodos de ensino diferenciados, uma vez que a informação circula todos os dias mais rápida e eficientemente; e a escola, como um espaço de construção do conhecimento, deve estar

preparada para competências e capacidades relevantes para utilização das novas tecnologias, bem como reconhecimento de fenômenos científicos dentro de fatos diários. Fortes (2009), em sua dissertação, ressalta a importância de utilizar os ambientes virtuais no processo de aprendizagem, pois lidamos com alunos considerados nativos do ciberespaço, e que sabem lidar melhor que os professores com tais ferramentas, pois isto é natural a eles.

Nesta temática, todos os slides, vídeos, documentários foram selecionados e aprovados pelos alunos com o objetivo de criar um espaço agradável e onde a informação seja sempre verdadeira.

2.2 Grupo 2: A importância das novas tecnologias no ensino

As novas ferramentas de aprendizagem devem ser adotadas pelos professores de forma que contemplem a matriz curricular prevista pelo ENEM e também uma formação continuada na figura do indivíduo como cidadão.

De acordo com Bezerra (2008), experiências relacionadas a *blogs* educacionais nacionais têm sido feitas por professores e instituições de pesquisa, com o objetivo de:

(...) discutir sobre as inserções das novas tecnologias no ambiente educacional; criar espaço para desenvolver atividades disciplinares com seus alunos; capacitar professores a trabalharem com as possibilidades da Internet, entre outros. (RIOS E MENDES, 2014)

Além disso, de acordo com Bezerra (2008), os *blogs* viabilizam uma aprendizagem de forma colaborativa, interativa e dialógica (estabelece a importância do diálogo), e podem potencializar a aprendizagem.

Quanto ao professor, é preciso que este repense seu papel frente às novas ferramentas da internet e tecnologias. Segundo Bezerra (2008), “o computador e seus recursos não podem ser considerados apenas mais um recurso didático, o papel do professor continua sendo de grande relevância para a indicação de múltiplos caminhos que o seu aluno pode seguir.”

Sobre o funcionamento dos *blogs*, é importante dizer que “(...) transformar os *blogs* educacionais instrucionais de hoje em *blogs* educacionais de construção e reconstrução de saberes. É necessário balancear os diversos tipos de textos (imagens, sons, textos escritos, vídeos) nesses *blogs*.” (RIOS E MENDES, 2014).

Carvalho (2013), em sua dissertação, ressalta que ao criar espaços propícios para a utilização das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) alguns obstáculos

precisam ser quebrados. A dificuldade de aprendizagem perpassa várias áreas das ciências da natureza, apontando problemas que envolvem diversos eixos das ciências exatas e, mais especificamente, em Física e Química; envolve dificuldades de observação de muitos conceitos ligados não somente à Química, como também à Física e à Matemática. Diante do exposto, emergem as seguintes questões de pesquisa:

1°. *Como tornar as aulas de Física e Química do Ensino Médio mais atrativas?*

2°. *Como o conceito de aprendizagem significativa pode ser aplicado ao ensino de Física e Química?*

3°. *O que é aprender Física e Química de maneira significativa?*

Nesse contexto da introdução das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação na escola, ressalta-se a importância do trabalho com o *Blog* no Ensino Médio Inovador, pois acredita-se que é uma ferramenta de aprendizagem colaborativa que além de apresentar inúmeras possibilidades de aprendizagem, trabalha fundamentalmente com a leitura e a escrita, sendo possível elevar o nível e a competência da leitura e da escrita dos estudantes, que, em muitas realidades educativas, é um dos grandes problemas enfrentados nesse nível de ensino acima referido. (SANTIAGO E LIMA, 2013)

Ainda segundo Santiago e Lima (2013), em se tratando de formas, há de se compreender que a diversidade de meios, de ambientes, de informações, ícones e linguagens, faz dessa rede um espaço em que o professor, junto com seus alunos pode criar várias maneiras de organizar projetos de ensino que permitam trabalhar com o conhecimento, ora na obtenção de informações, ora no uso das linguagens e códigos que são permitidos para a comunicação na rede.

Nesse contexto, os *blogs* são inseridos, como um tipo de diário *online*, onde o conteúdo é disponibilizado em ordem cronológica. (RIOS e MENDES, 2013)

(...) o *blog* é um diário on-line no qual seu responsável publica histórias, notícias, ideias e imagens. Se quiser, ele pode liberar a participação de colaboradores que terão acesso para também publicar no seu *blog*. Como diário aberto, pode ter autoria coletiva, permitindo a todos publicar ou postar seus textos e imagens, como dialógica, como registro da memória de um curso. (RIOS e MENDES, 2013)

Neste contexto, o *blog* tem autoria coletiva, porém sua publicação ficou na responsabilidade do professor, com o intuito de verificar as informações antes de serem aplicadas na página oficial do *blog*.

De acordo com Almeida (2003), em seu trabalho sobre os recursos digitais no ensino de Química, dentre as potencialidades reais que as TICs oferecem para o ensino

podem ser destacadas: permitir que o aprendizado do aluno seja ativo; promover o desenvolvimento cognitivo e intelectual; possibilitar ao professor ser um mediador entre os alunos e a informação; aumentar a motivação de alunos e professores; proporcionar a interdisciplinaridade e enriquecer as aulas com a diversificação das metodologias de ensino.

Acreditamos que o desenvolvimento de um trabalho com essas potencialidades é importante e produtivo, uma vez que encarar essa nova empreitada significa ter, no futuro, alunos mais conscientes e que saibam trabalhar coletivamente como cidadãos construtores de uma sociedade mais humana. (CARVALHO, 2013).

O termo *mobile-learning* está relacionado ao fato de disponibilizarmos recursos de apoio ao ensino para a aprendizagem de estudantes mediante o uso de dispositivos móveis, tais como: *PDA's, Pockets, smartphones, tablets, notebooks*, entre outros. Essa nova maneira de utilização de novas tecnologias no ensino tem a vantagem de possibilitar ao aluno o acesso aos diferentes recursos de apoio ao ensino e à aprendizagem em qualquer lugar, a qualquer hora e da forma que desejar. Segundo Monteiro, foi desenvolvido um *micro portal*, voltado a apoiar o ensino de Física que denominamos *Sci2mobile*, cujo termo é um neologismo para designar um *micro portal* (baseado em *m-learning*) que tem como principal característica, o suporte a inúmeros tipos de objetos de aprendizagem e que pode ser aplicado em qualquer área das ciências exatas. (MONTEIRO, 2016)

Para aplicar a proposta de trabalho, foi proposta aos educandos a criação de um *blog* com o título *fisicacemporcento.blogspot.com.br* com páginas no *Facebook* e canal no *YouTube* podendo ser acessado a qualquer hora e por qualquer pessoa.

Segundo (Gomes, 2005, apud Coutinho e Buttentuit Junior, 2007), quando tem finalidade educativa, o *blog* pode ser classificado, segundo suas possibilidades, como recurso pedagógico ou como estratégia pedagógica. Como recurso pedagógico, os *blogs* podem ser um espaço de acesso a informações especializadas. Já na modalidade estratégias pedagógicas, eles podem servir como portfólio digital, um espaço de intercâmbio, de colaboração, de debate e de interação.

É primordial que o professor esteja atento à heterogeneidade do grupo, à pesquisa, a observar as estratégias utilizadas, a refletir sobre sua prática em direção à construção de um saber que atenda a todo o grupo para que aconteça de forma contínua e permanente. Uma prática mediada pela multiplicidade dos recursos das tecnologias digitais, o que se reverterá em situações de aprendizagem rumo a uma postura crítica, ativa e participativa.

(MOITA e SILVA, 2010)

Monteiro (2016), em sua dissertação de mestrado resalta a importância do uso de novas tecnologias da informação e comunicação no ensino presencial de física do ponto de vista dos alunos do ensino médio. Para tanto, foi desenvolvido um micro portal que disponibiliza diferentes recursos de multimídia visando facilitar a aprendizagem de conceitos relativos aos fenômenos ondulatórios e magnéticos, a partir das tecnologias móveis.

Com todas estas informações, buscou-se construir uma ferramenta de acordo com a realidade da escola e do grupo de alunos que participou da implementação da proposta pedagógica voltada para o trabalho em conjunto e a construção de aprendizagem potencialmente significativa.

Capítulo 3

Fundamentação Teórica

Como referenciais teóricos, utilizam-se neste trabalho as teorias de mediação e interação social de Piaget, em conjunto com a teoria de Aprendizagem significativa de David Ausubel a fim de fundamentar o produto educacional e sua aplicação. O ponto principal da teoria de Piaget é a construção do conhecimento através de ações físicas ou mentais sobre objetos, enquanto a teoria de Ausubel centra-se na Aprendizagem significativa.

3.1 A TEORIA DA INTERAÇÃO SOCIAL DE JEAN PIAGET

Para Jean Piaget, o que diferencia o ser humano dos demais animais é a sua capacidade de ter um pensamento representado de forma simbólica e abstrato do mundo e também o seu desenvolvimento biológico uma vez que estabelecem as condições para o desenvolvimento cognitivo.

Piaget formula o conceito de epigênese, argumentando que "*o conhecimento não procede nem da experiência única dos objetos nem de uma programação inata pré-formada no sujeito, mas de construções sucessivas com elaborações constantes de estruturas novas*" (Piaget, 1976 apud Freitas 2000:64). Segundo Piaget, a evolução do indivíduo está associada a sua formação biológica que é ativada pela interação e socialização com o meio ambiente em que ele vive, entende-se assim que as formas primitivas da mente servem como um trampolim na constituição de uma nova visão do meio a partir de concepções sociais, estabelecendo uma relação de dependência entre sujeito e meio.

Com a teoria de Piaget, o papel do professor é então aquele de criar situações compatíveis com o nível de desenvolvimento cognitivo do aluno, em atividades que possam desafiá-los. O desenvolvimento cognitivo das crianças ocorre em quatro fases:

- 1ª. *SENSÓRIO-MOTOR (até os 2 anos)*
- 2ª. *PRÉ-OPERACIONAL (dos 3 aos 7 anos)*
- 3ª. *OPERATÓRIO CONCRETO (dos 8 aos 11 anos)*
- 4ª. *OPERATÓRIO FORMAL (a partir dos 12 anos)*

O professor deve provocar o desequilíbrio na mente do aluno para que ele, buscando então o reequilíbrio, tenha a oportunidade de agir e interagir. É necessário promover situações que gerem grande desequilíbrio mental, de acordo com a estrutura mental e fase de desenvolvimento para que a aprendizagem possa ser alcançada. (MOREIRA. Marco Antônio, 1942 – Teorias de Aprendizagem – 2 ed. Ampl. SP: E.P.U.,2014).

O aluno tem um papel ativo na construção do conhecimento tendo o professor como seu mediador, propondo atividades que possibilitem a busca por informações, resolvendo situações diversas e desenvolvendo o seu senso crítico, possibilitando a constante discussão. O conhecimento é uma construção contínua das interações com o meio social e pessoal em que o indivíduo está inserido.

Logo, o sujeito epistêmico é o protagonista, sendo dele o papel principal do modelo piagetiano, tendo como foco a evolução do indivíduo desde o início da vida até a sua fase adulta. Para Piaget, o conhecimento dos mecanismos da mente é fundamental para a compreensão do pensamento lógico e matemático. Como lembra La Taille (1992:17) segundo Marica Regina Terra (mterra@estado.com.br):

"(...) a lógica representa para Piaget a forma final do equilíbrio das ações. Ela é 'um sistema de operações, isto é, de ações que se tornaram reversíveis e passíveis de serem compostas entre si'".

O método psicogenético tem por finalidade desvendar o enigma básico do pensamento lógico. Para tanto, uma pergunta é pertinente “Como os homens constroem o seu conhecimento?”. E alguns questionamentos são indispensáveis na análise de tal evolução psíquica do indivíduo: Como as ideias são elaboradas? Como o indivíduo consegue se adaptar? Como o pensamento lógico passa de um nível intelectual elementar para um mais avançado? Como o meio influencia na evolução do pensamento lógico?

Para Piaget, a gênese do conhecimento está no próprio sujeito, o seu pensamento lógico é fruto das interpelações dele com o meio, ou seja, construído pelas interações homem-objeto. A formação do indivíduo depende tanto de aspectos sociais quanto físico sendo o indivíduo um retrato do ambiente em que está inserido. A filogenia humana é constituída de mecanismo auto-regulador inato, que é ativado através das relações sociais e físicas no meio. Tanto o aspecto sensorial bem como o raciocínio é fundamental na constituição da inteligência e do pensamento lógico do homem.

A teoria de Piaget tem como fundamento o indivíduo como resultado do meio social e físico. A utilização dos ambientes virtuais abre um universo de infinitas

possibilidades para o professor, pois possibilita vivenciar o ambiente do aluno e criar inúmeras estratégias de ensino, que podem aproximar o conhecimento científico da vivência diária através de observações mais críticas e motivacionais.

O produto educacional desenvolvido foi elaborado com a preocupação de ter o aprendiz como foco de todo o processo de aprendizagem. De acordo com Piaget, só seria possível se o material fosse capaz de interagir com o cotidiano do aprendiz. Assim, foi desenvolvido um produto educacional que tivesse um significado prático, o qual suas experiências fossem à base do processo de ensino e aprendizagem. A nova geração encontra-se muito conectada às novas tecnologias, desta forma o blog tem por finalidade usar deste artifício para apresentar questões do cotidiano dos alunos de forma rápida e criar um canal de ligação entre o professor e o aluno.

3.2 A TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL

A aprendizagem significativa é o conceito principal da teoria de Ausubel. Ausubel aborda sua teoria de modo cognitivista, resultado do armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende (MOREIRA, 1999a). Ausubel reconhece também a importância da experiência afetiva e volta sua atenção constantemente para a aprendizagem, tal como ocorre na sala de aula.

Para Ausubel, o histórico do aluno é fundamental para que o docente a partir de suas experiências possa construir um ambiente propício para uma aprendizagem potencialmente significativa. De acordo com ele, duas condições são essenciais para que a aprendizagem aconteça: o conteúdo deve ser claro e revelador, e o estudante precisa se sentir parte do processo.

O desenvolvimento intelectual do indivíduo é um processo contínuo, pois, a cada nova informação, ele busca relacioná-la com algo existente em sua estrutura cognitiva, esta relação é definida por Ausubel como subsunção. Para que ocorra uma aprendizagem potencialmente significativa à nova informação, deve ser ancorada em concepções existentes na estrutura cognitiva do aluno, tornando o conhecimento prévio mais elaborado. À medida que a aprendizagem acontece, ocorre uma evolução nos subsunções, tornando o indivíduo capaz de assimilar informações cada vez mais complexas. Segundo

a Teoria de Ausubel, ensinar sem levar em conta o que a criança já sabe, é um esforço vão, pois o novo conhecimento tem que ter onde se ancorar.

Ausubel diz que a Aprendizagem Mecânica, além de ser inevitável, é necessária quando se trata de conceitos que são inteiramente novos, mas que, posteriormente, se tornarão significativos. Para fazer a transição entre a aprendizagem mecânica e significativa, é necessário promover alguns organizadores prévios, onde serão criados âncoras a fim de manipular a estrutura cognitiva ligando conceitos distintos através da abstração.

Para que ocorra uma Aprendizagem Significativa segundo Ausubel, é necessário que:

- O material a ser assimilado seja Potencialmente Significativo, ou seja, não arbitrário em si. Mesmo materiais arbitrários, podem ser tornados significativos através de Organizadores Prévios. (MOREIRA, 2014)

- Ocorra um conteúdo mínimo na Estrutura Cognitiva do indivíduo, com subsunçores em suficiência para suprir as necessidades relacionais. (MOREIRA, 2014)

- O aprendiz apresente uma disposição para o relacionamento e não para simplesmente memorizá-lo mecanicamente, muitas vezes até simulando uma associação. Muito comum em estudantes acostumados a métodos de ensino, exercícios e avaliação repetitivos e rigidamente padronizados. (MOREIRA, 2014)

Para Ausubel, o aspecto mais significativo do processo de assimilação de conceitos é o relacionamento de forma substantiva e não-arbitrária, as ideias relevantes estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz com o conteúdo potencialmente significativo implícito nas novas informações. Os organizadores prévios funcionam como base para os processos de ensino aprendizagem. (MOREIRA, 2014)

A estrutura cognitiva é pautada por dois atributos fundamentais. O primeiro é substantivo, com propósito de organizar e integrar o conteúdo à estrutura cognitiva, tratando de forma clara os aspectos mais importantes do conteúdo da matéria de ensino e os aspectos da estrutura cognitiva do aluno. O segundo é programático, articulando de forma sequencial a matéria de ensino, respeitando sua organização e lógica interna e planejando a realização de atividades práticas. (MOREIRA, 1999b).

"...o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; determine isso e ensine-o de acordo." (Ausubel)

A aprendizagem significativa consiste em criar unidades de aprendizagem que têm como direção aquilo que o aprendiz já sabe, a partir daí o material a ser aprendido deve ser potencialmente significativo ao aprendiz, o ser que aprende deve apresentar uma disposição em relacionar o novo de maneira substantiva e não arbitrária a sua estrutura cognitiva. Para tanto, o material foi formulado a partir dos conhecimentos prévios a respeito da formação de raios: com ênfase nos relâmpagos e trovões, respeitando suas crenças populares, analisando com os alunos os mitos e verdades a respeito do fenômeno das descargas elétricas e também aproveitando os conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do aluno a respeito dos processos eletrostáticos responsáveis pela formação dos raios.

Na Teoria da Inclusão (D. Ausubel), o fator mais importante de aprendizagem é o que o aluno já sabe, ou seja, seu indicador prévio obtido através do pré-teste. Para ocorrer a aprendizagem, conceitos relevantes e inclusivos devem estar claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, através de atividades desenvolvidas ao longo da aplicação da proposta através de seminários e questionários. A aprendizagem ocorre quando uma nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes preexistentes, resultado de um pós-teste que tornou possível uma comparação do conhecimento do discente antes da aplicação da proposta e após sua aplicação.

O produto educacional desenvolvido foi elaborado com a preocupação de se tornar potencialmente significativo. De acordo com a teoria ausubeliana, só seria possível o material ser capaz de interagir com os conhecimentos prévios do aprendiz se realizado através de um pré-teste. Assim, foi desenvolvido um produto educacional que tenha um significado lógico e não arbitrário, considerando os subsunçores do aprendiz, suas crenças populares e sua estrutura social, nos quais os novos conhecimentos serão ancorados.

Capítulo 4.

METODOLOGIA

Neste capítulo, são representadas as etapas que constituem a aplicação da proposta de trabalho, a elaboração do roteiro de atividades a serem desenvolvidas pelos aprendizes, o desenvolvimento de cada aula e as avaliações realizadas no início pré-teste e no final pós-teste.

4.1 Metodologia de investigação e características da amostra

A metodologia utilizada neste trabalho de mestrado foi a investigação, identificando os subsunçores que caracterizem os conceitos prévios dos aprendizes, sobre: eletrostática e sua relação na formação de raios e trovões, onde busca-se uma evolução de conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, apresentando assim indícios de aprendizagem significativa no final das etapas proposta pelo produto educacional, através do pós-teste nesta dissertação. Esse tipo de pesquisa tem por objetivo estabelecer uma relação entre o que o aprendiz sabe e o que se pretende ensinar.

“Se os jovens não aprendem da forma como lhes ensinamos, talvez seja o momento de os ensinarmos da forma como eles aprendem”. INACIO ESTRADA (FERREIRA E REAL, 2014)

A figura 4.1 mostra o laboratório de informática da escola.

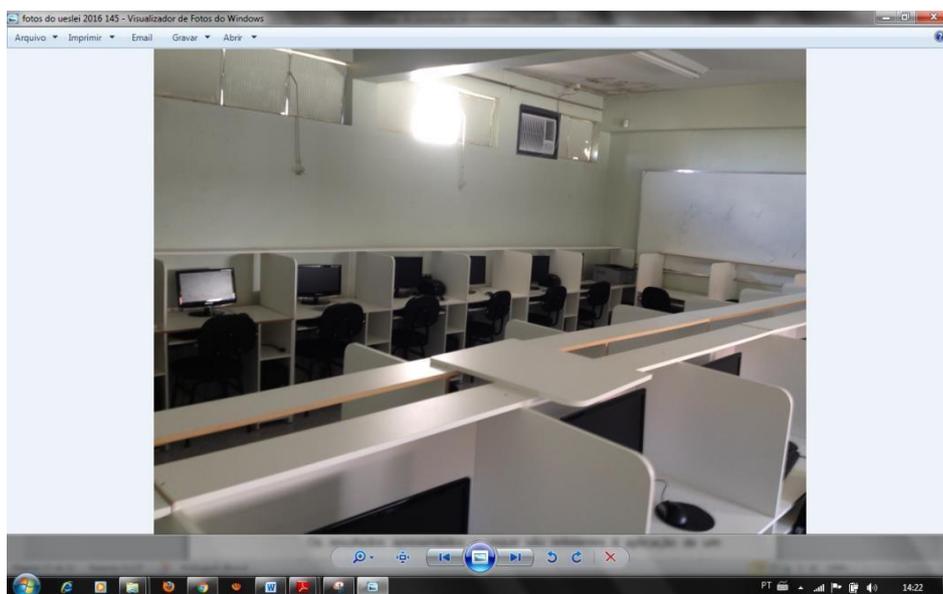


Figura 4.1: Laboratório de informática

Foram utilizadas na pesquisa três turmas, cada uma com 34 aprendizes de faixa etária de 16 a 17 anos. Para verificar o nível de conhecimento sobre eletrostática de cada turma, foi efetuado um pré-teste. (Anexo 1)

A aplicação da pesquisa foi realizada em uma escola pública, localizada na zona urbana da cidade de João Pinheiro - MG, a qual oferece os três anos do ensino médio nos turnos matutino, vespertino (na modalidade segundo endereço-zona rural) e no turno noturno na modalidade regular e também EJA - Educação de Jovens e Adultos. Nesta escola não há laboratório de física, mas há um laboratório de informática.

A escola dispõe de um laboratório de informática, no entanto não tem um monitor (professor) permanente, ficando esse trabalho para os aprendizes que melhor dominam tais ferramentas. Esses, por sua vez, desenvolvem e aprimoram suas habilidades monitorando os demais não tão hábeis em manusear as tecnologias.

Nesta escola, cada turma tem duas aulas de física por semana, cada uma com duração de 50 minutos. Para a aplicação da proposta, foram utilizadas aproximadamente 16 horas/aula de atividades para cada turma, além do período destinado ao trabalho extraclasse.

A proposta deste trabalho é a utilização de recursos tecnológicos, para complementar o ensino de Física no conteúdo de Eletrostática, no tema de formação de raios durante as tempestades, concomitantemente às aulas expositivas (exposição didática na modalidade quadro e giz). Para tanto, os recursos utilizados consistem no uso de ambientes virtuais e materiais tecnológicos (*datashow, Facebook, whatsApp, YouTube, e blogs*), além de discussões em grupo de aprendizes sobre situações do cotidiano. Procurou-se promover a interação social fazendo com que eles trabalhassem coletivamente.

As turmas foram submetidas a uma pesquisa qualitativa, pré-teste, a fim de auxiliar a identificação de subsunçores (ANEXO 1) e proporcionar ao professor pesquisador conceitos e crenças comuns a faixa etária e social dos aprendizes acerca do tema eletrostática.

Ao final, o mesmo questionário, sem aviso prévio, foi aplicado novamente, com o intuito de averiguar se ocorreu uma evolução nos conceitos por partes desses aprendizes.

Com o objetivo de avaliar a eficácia da proposta, foi aplicado um questionário de opinião (Apêndice A) aos aprendizes no final na aplicação do presente trabalho. Esse questionário foi composto por 13 questões subjetivas para que o aprendiz pudesse expressar sua opinião de forma clara e objetiva. O objetivo do questionário foi de

verificar o conhecimento que o aprendiz possui quanto à utilização do computador, de *blogs*, navegação na internet e frequência com que eles utilizam tais ferramentas.

De acordo com o plano pedagógico da escola, as aulas devem despertar no aprendiz uma visão crítica e dinâmica da realidade, sendo necessário construir os relacionamentos percebendo as diferenças de cada um, os seus anseios e limitações, desta forma, os aprendizes perceberão que *“os conflitos são inerentes aos processos democráticos, são os que fazem avançar e, portanto, não devem ser ocultados”*(BRASIL, 1998: 66).

4.1.1 Questionários

O teste é composto por 20 questões que envolvem conceitos básicos sobre a formação das tempestades e também os princípios dos processos de eletrização bem como conceitos de campo elétrico e potencial elétrico, com o intuito de identificar os conceitos prévios a respeito da formação de nuvens e das descargas elétricas que podem surgir, em decorrência dos processos de eletrização e como se proteger de tais fenômenos naturais. Após a aplicação do pré-teste, foi feita uma análise das respostas com o objetivo de identificarmos os subsunçores existentes na estrutura cognitiva dos alunos, segundo a Teoria de Ausubel, apresentada no Capítulo 3.

Com os resultados apresentados no pré-teste, o professor pesquisador articulou a forma de como as aulas seriam ministradas, oportunizando focar conceitos de maior relevância para o ensino de Física Eletrostática. Durante toda a aplicação da proposta, os aprendizes tiveram a oportunidade de ampliar seus conhecimentos através de resoluções de atividades e nos debates oportunizados durante a aplicação dos seminários formando novos subsunçores, fato verificado com a aplicação do pós-teste, aplicado sem aviso prévio, para que os aprendizes não tivessem tempo de preparar, como pode ser visto no Capítulo 6, seção 6.2.1.

Foi aplicado um questionário de opinião, elaborado com o intuito de verificar o grau de interação dos alunos com a proposta de trabalho e sua satisfação com as atividades que foram desenvolvidas (Apêndice A). Esse questionário é composto por 13 questões e um espaço para que o aprendiz possa expressar sua opinião. O objetivo do questionário foi de verificar o conhecimento que o aprendiz possui quanto à utilização do computador, de *blogs*, navegação na internet e a frequência com que eles utilizam tais ferramentas. Também foi analisada a utilização destes recursos tecnológicos fora do ambiente escolar e questionado sobre a utilização destes recursos nas aulas de física em anos anteriores à aplicação desta proposta.

4.1.2 Material instrucional

O material desenvolvido (APÊNDICE B) tem por objetivo apresentar as principais características da Eletrostática com uma abordagem voltada para fenômenos das tempestades visando sua compreensão e como se proteger de tais fenômenos naturais, e também mostrar o que é verdade ou mito a respeito das crenças populares.

4.1.2.1 Texto de apoio e apresentações em PowerPoint

Em cada um dos módulos didáticos é apresentado um texto de apoio bem como apresentações em *PowerPoint*, com conceitos referentes a cada modulo didático. São apresentadas também listas de exercícios para reforçar os conceitos bem como desafios de observação dos fenômenos para compreensão dos conceitos referentes ao contexto abordado fisicacemporcento.blogspot.com.br dentro do índice ou no canal do *YouTube* em física sem fronteiras.

4.1.2.2 Ferramentas virtuais, blog, face book, YouTube

A página principal do *blog* foi desenvolvida na forma de pequenos menus que permitem encontrar diretamente os tópicos específicos e a partir deles navegar através das redes sociais *Facebook* e *YouTube* que foram desenvolvidos pelos aprendizes para uma maior interação com os conteúdos da presente proposta pedagógica que tem como objetivo desenvolver o gosto pela investigação e pela busca de informação permitindo ao aluno a oportunidade de fazer parte do processo de construção do próprio material. Abaixo encontra-se a página inicial do *blog* no endereço eletrônico fisicacemporcento.blogspot.com.br.

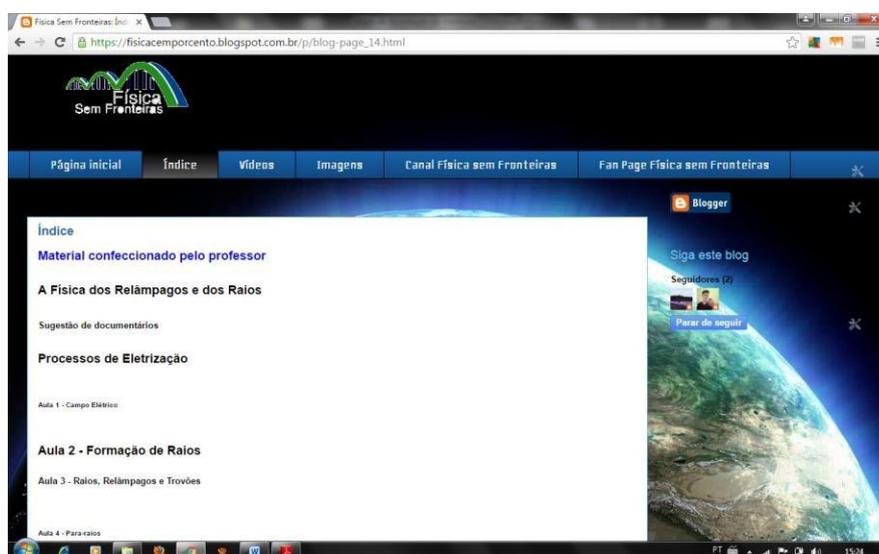


Figura 4.2 Pagina do blog com material institucional.

Na preparação do material pedagógico, um dos cuidados foi de apresentar os conteúdos propostos de forma clara e simples, incluindo exemplos, questões e listas de exercícios para cada assunto abordado.

Visando uma maior socialização entre os conhecimentos adquiridos, cada equipe ficou responsável pela elaboração de um seminário para potencializar as discussões na forma de módulo/aula, e este material elaborado foi aplicado no *blog* como produto de aprendizagem. Durante a realização desta proposta, percebe-se a importância de permitir que o aprendiz realize suas atividades com liberdade, visto que o professor tem a função de mediador, contribuindo para uma aprendizagem significativa.

4.1.2.3 Apresentações de slides por módulo

Para cada módulo didático, foi elaborada uma apresentação de *slides* apresentando os conceitos e características de cada etapa dos processos de formação e representação dos raios abordados em cada módulo didático da proposta pedagógica de ensino e aprendizagem. Também foram disponibilizadas listas de exercícios, que estão na barra de ferramentas do *blog fisicacemporcento.blogspot.com.br* com o objetivo de fortalecer os aspectos teóricos e fixar os conteúdos trabalhados.

4.1.2.4 Guia de atividades

As atividades foram desenvolvidas para que o aprendiz, ou grupo de aprendizes, possa interagir promovendo a interação social aprendiz/aprendiz e do aprendiz/professor, sendo o papel do professor de mediador. Para cada um dos cinco módulos didáticos foi elaborado um roteiro de atividades, com objetivo e metodologia de aplicação. Uma abordagem de fenômenos naturais é apresentada na forma de apresentações *PowerPoint* e sugestões de documentários, além de questionamentos contextualizados com relação ao módulo didático do cotidiano do aluno, que estão na barra de ferramentas do *blog fisicacemporcento.blogspot.com.br* pois através da observação dos fenômenos, pode-se formar seus próprios conceitos e suas convicções.

As atividades são constituídas de um conjunto de questionamentos trabalhados de forma coletiva na elaboração de seminários através da mediação do professor. Tais questões permitem relacionar grandezas físicas e fenômenos naturais, podendo levar o aprendiz a formar seus próprios conceitos e expressá-los de forma correta. Com o intuito de alcançar o melhor resultado possível foi sugerido aos educandos a observação de fenômenos como formação de nuvens e o surgimento de descargas elétricas para auxiliar

na resolução das listas de exercícios que estão na barra de ferramentas do *blog fisicacemporcento.blogspot.com.br*.

Por fim, relacionar os conceitos às experiências já vivenciadas pelos aprendizes no seu cotidiano. Com ênfase na Física do Cotidiano, esta seção traz questionamentos de uso prático dos conceitos trabalhados e faz com que os aprendizes relacionem com os fenômenos da natureza.

Os guias de atividades sobre os conteúdos apresentam a mesma estrutura descrita a seguir:

- ✓ *Objetivo:* é desenvolver as habilidades e as competências atingidas pelos alunos na realização das atividades de acordo com os PCNs e PCN+.
- ✓ *Material de apoio:* são especificados os documentários e os filmes sugeridos, para elaboração do material criado pelo docente e discentes na construção do *blog*.
- ✓ *Questões:* são explorados questionamentos, para incentivar a criatividade e o espírito investigador do aprendiz, enriquecendo seus conhecimentos.
- ✓ *Física no cotidiano:* este tópico tem por finalidade contextualizar os conceitos estudados relacionados com a vivência do aprendiz, nas quais uma nova informação se ligua a um subsunçor pré-existente na sua estrutura cognitiva, gerando uma aprendizagem significativa.

As atividades foram desenvolvidas de acordo com o roteiro a seguir:

- ✓ As aulas foram elaboradas a fim de que os aprendizes possam atingir os objetivos em relação ao conteúdo, tendo como resultado a assimilação dos conhecimentos e o desenvolvimento da capacidade cognitiva do aprendiz.
- ✓ Os conteúdos da proposta pedagógica foram elaborados com um acréscimo contínuo no grau de dificuldades, a fim de superar a contradição entre as condições prévias e os objetivos, e periodicamente fazer um diagnóstico do nível de conhecimento e desenvolvimento dos aprendizes.
- ✓ Estabelecer uma relação entre os conteúdos e a realidade do aprendiz, mostrando que os conhecimentos são resultados de experiências de gerações anteriores.
- ✓ As Unidades de Aprendizagem (UA) são claras e estimulantes para a atividade mental, pois são retratados fatos do cotidiano dos educandos, utilizando suas habilidades na construção do conhecimento, ou seja, aprender fazendo.
- ✓ Para elaboração e articulação da Unidade de Aprendizagem (UA), foram

realizados debates, para motivar os aprendizes a participar da prática pedagógica não como um agente passivo, mas sim participativo e responsável pela construção do material instrucional.

- ✓ Todo material foi pensado de forma a ser trabalhado em grupo promovendo a socialização através de debates e seminários elaborados pelos próprios aprendizes.

4.2 Sequência Didática

Os temas de Física Eletrostática abordados com recursos computacionais incluem tópicos distribuídos em quatro módulos didáticos representados no quadro 4.1. A ideia foi apresentar os conceitos básicos de eletrostática e relacioná-los com a formação das descargas elétricas descritas através dos fenômenos da natureza e suas propriedades físicas.

Quadro 4.1: Apresentação dos conteúdos, da carga horária e da metodologia.

Conteúdos	Carga horária (em sala de aula)	Carga horária (extraclasse)	Metodologia
Módulo 1: Processos de eletrização	2 h-a	2 h-a	● Um roteiro de estudos com os tópicos que serão abordados.
Módulo 2: Campo elétrico	2 h-a	2 h-a	● Aulas expositivas. Na sequência é disponibilizado uma lista de exercícios sobre o conteúdo. Os alunos trabalham em grupo na construção de seminários. O professor atua nesta etapa como um mediador.
Módulo 3: Formação dos raios	2 h-a	2 h-a	● Os alunos são estimulados a complementarem seus estudos em horário extraclasse com maior espaço e tempo para as pesquisas na elaboração de seminários e documentários.
Módulo 4: Raios x relâmpagos x trovões	2 h-a	2 h-a	● Todos os módulos didáticos possuem atividades extras que visam promover a pesquisa e a interação entre as pessoas que compõem os grupos. Promovendo a socialização.
Módulo 5: Para-raios	2 h-a	2 h-a	Construção do blog pelos alunos com os materiais didáticos elaborados por eles e pelo professor.
Atividades extraclasse	Sem previsão de carga horária pois, esta etapa depende da disponibilidade dos alunos.		
Construção do blog	Sem previsão de carga horária pois, esta etapa depende da dedicação e empenho de cada aluno envolvido no processo.		

Os módulos didáticos foram elaborados a fim de que o aprendiz, no final do processo, tivesse domínio dos seguintes conceitos: processos de eletrização, campo elétrico, formação de raios, relâmpagos e trovões, equipamentos de segurança e proteção

de edificações: para-raios e SPDA (Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas).

Para iniciar as aulas, foram utilizados alguns recursos audiovisuais como figuras, documentários sobre o assunto que será abordado, com o intuito de identificar os conhecimentos prévios dos aprendizes a respeito da formação dos raios, pois, para uma aprendizagem significativa, isso é essencial, uma vez que o novo conteúdo precisa ancorar em algum conceito que o aprendiz já possua. Porém, segundo Ausubel, uma condição básica é que o aprendiz tenha uma disposição para aprender que o material de ensino seja potencialmente significativo. (MOREIRA 1999) A utilização dos recursos audiovisuais através de *blogs* e *YouTube* objetivava atrair o interesse dos aprendizes.

As atividades visuais propostas tem como objetivo desenvolver a investigação, a observação e a análise dos efeitos provocados pela descarga elétrica na atmosfera gerando luz (onda eletromagnética) e som (onda sonora). Para Ausubel, o processo de aprender se dá quando o aprendiz consegue modificar o que já sabe e construir o novo, incorporando o conteúdo à sua estrutura cognitiva. Este produto educacional propõe momentos de dúvidas para ativar a aprendizagem, debates, investigações e observações de fenômenos da natureza, motivando os aprendizes durante o processo de aprendizagem. Os módulos de aulas servem para que a discussão não se torne dispersa e tenha um direcionamento.

1ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Apresentação da proposta de trabalho com o tema *Blog* e qual seria o nosso objeto de pesquisa.

Atividade visual e ilustrativa dos fenômenos das tempestades:

- Efeito sonoro
- Efeito luminoso
- Efeito térmico
- Efeito eletromagnético

Com esta atividade, tem-se o objetivo de despertar a curiosidade dos aprendizes sobre o tema e através de uma discussão identificar alguns organizadores prévios.

Durante o debate, o professor envolveu a turma a fim de que ela citasse experiências vividas por cada aprendiz ou por seus pares.

2ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Apresentar o campo elétrico e sua importância na formação das descargas elétricas.

Atividade: A partir da apresentação de *slides*, o professor instiga os aprendizes a pensar como o campo elétrico influencia na propagação das descargas elétricas uma vez que o ar é um dielétrico. Neste momento, define-se campo elétrico e suas linhas de força e a indução eletrostática.

Apresenta o módulo do vetor Campo elétrico na forma $E = F/q$, onde

E = campo elétrico – Medido em Newton por Coulomb (N/C) ou Volts por metro (V/m)

F = força eletrostática – Medida em Newton

Q = Quantidade de carga em excesso – Medida em Coulomb

E, por fim, como os metais mantêm o seu interior em equilíbrio eletrostático tem-se $E = 0$.

3ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Foi apresentado visualmente aos aprendizes como os processos de eletrização contribuem para formação dos raios.

Atividade: No laboratório de informática, os aprendizes foram separados em grupos com sete membros cada, onde eles tiveram a tarefa de buscar em diferentes mídias como cada autor descreve os processos de eletrização e como influencia na formação das descargas elétricas, e através de discussões, verificar se as informações são realmente verdadeiras.

4ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Apresentar mitos e verdades sobre os raios e como se proteger.

Atividade: Foi realizada na sala de multimídia uma apresentação de *slides* com o objetivo de desenvolver a observação e análise de conceitos intrínsecos na estrutura cognitiva do aprendiz com ênfase nas suas vivências e nas suas crenças a respeito dos raios e trovões.

Alguns questionamentos se fizeram necessários:

- Como sobreviver a uma tempestade de raios?
- Os lugares mais seguros para ficar durante uma tempestade?

5ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Apresentar visualmente o que é um para-raios e qual a sua função.
Atividades: No laboratório de informática, foi solicitado aos alunos que realizassem uma pesquisa para identificar os diferentes tipos de para-raios, o seu alcance, e também sua eficácia na proteção de edificações e equipamentos elétricos.

6ª, 7ª e 8ª AULA

Tempo estimado: 2 horas e 30 minutos

Objetivo: Analisar as atividades desenvolvidas anteriormente e verificar quais tópicos foram melhor assimilados e aqueles que necessitam de uma maior atenção.

Atividade: Em grupos com sete componentes cada, foi solicitado que os aprendizes entrassem no *blog* e respondessem três listas de exercícios que estão no (ANEXO 3) de acordo com os fenômenos estudados.

9ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Utilizar os resultados alcançados através das listas de exercícios da aula anterior e apresentar as novas estratégias para que a aprendizagem seja potencialmente significativa.

Atividade: Os aprendizes foram divididos em cinco grupos com sete participantes de acordo com as dificuldades apresentadas nas listas de exercícios, onde cada grupo ficou responsável por elaborar um seminário ou um documentário sobre os seguintes tópicos: processos de eletrização, campo elétrico, formação dos raios, raios *versus* relâmpago *versus* trovão, para-raios.

10ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Observar a organização e trabalho em equipe. Itens a serem avaliados durante a apresentação: linguagem adequada, a organização dos *slides*, postura e o domínio do assunto.

Atividade: Foi apresentado pelo primeiro grupo de estudantes, composto por sete componentes, um seminário com o tema “Processos de Eletrização” e no final foi realizado um debate com o intuito de sanar as possíveis dúvidas ainda persistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

11ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Observar a organização e trabalho em equipe. Itens a serem avaliados durante a apresentação: linguagem adequada, a organização dos *slides*, postura e o domínio do assunto.

Atividade: Foi apresentado pelo primeiro grupo de aprendizes, composto por sete componentes, um seminário com o tema “Campo Elétrico”. No final, foi realizado um debate com o intuito de sanar as possíveis dúvidas ainda persistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

12ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Observar a organização e trabalho em equipe. Itens a serem avaliados durante a apresentação: linguagem adequada, a organização dos *slides*, postura e o domínio do assunto.

Atividade: Foi apresentado pelo primeiro grupo de aprendizes, composto por sete componentes, um seminário com o tema “Formação dos Raios”. No final, foi realizado um debate com o intuito de sanar as possíveis dúvidas ainda persistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

13ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Observar a organização e trabalho em equipe. Itens a serem avaliados durante a apresentação: linguagem adequada, a organização dos *slides*, postura e o domínio do assunto.

Atividade: Foi apresentado pelo primeiro grupo de aprendizes, composto por sete componentes, um seminário com o tema “Raios *versus* Relâmpago *versus* Trovão”. No final, foi realizado um debate com o intuito de sanar as possíveis dúvidas ainda persistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

14ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Observar a organização e trabalho em equipe. Itens a serem avaliados durante

a apresentação: linguagem adequada, a organização dos *slides*, postura e o domínio do assunto.

Atividade: Foi apresentado pelo primeiro grupo de aprendizes, composto por sete componentes, um seminário com o tema “Para-Raios”. No final, foi realizado um debate com o intuito de sanar as possíveis dúvidas ainda persistentes na estruturacognitiva do aprendiz.

15ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Realizar uma análise do que foi a proposta pedagógica.

Atividade: Foi aplicado um questionário de opinião para analisar os pontos positivos e negativos da metodologia desenvolvida.

16ª AULA

Tempo estimado: 50 minutos

Objetivo: Criar o *blog*.

Atividade: Os aprendizes foram divididos em cinco grupos, com sete membros. Assim, cada equipe ficou responsável por uma etapa:

- Criação do *blog*
- Página do *Facebook*
- Canal do *YouTube*
- Inserir as atividades desenvolvidas
- Designer do *blog*

Todo o material didático, com as apresentações de *slides*, listas de exercícios, documentários criados pelos aprendizes e também o material desenvolvido pelo professor pesquisador estão no *blog fisicacemporcento.blogspot.com.br*.

CAPITULO 5

PRODUTO EDUCACIONAL

5.1 Destinação

Este produto educacional é destinado aos colegas docentes apresentando uma proposta de ensinar conceitos básicos da eletrostática. Este material é composto por um módulo didático desenvolvido através de um *blog fisicacemporcento.blogspot.com.br* sobre conceitos de eletrostática com ênfase na formação de tempestades, este material foi aplicado em três turmas de 3º ano do Ensino Médio, onde foram abordados conceitos de: processos de eletrização, campo elétrico, formação de raios, raios *versus* relâmpago *versus* trovão, para-raios.

Os tópicos trabalhados foram elaborados buscando relacionar o novo conteúdo com os conhecimentos prévios dos aprendizes. Durante o material autoral, há atividades em laboratório de informática que se mostram grandes aliados ao processo de aprendizagem, podendo ser substituídas por *slides* em caso de impossibilidade de realização das atividades em laboratório.

A sequência didática foi desenvolvida para ser aplicada em 16 aulas com duração de 50 minutos. Este número de aulas se mostrou adequado para a realidade trabalhada, podendo ser ajustada de acordo com as possibilidades e condições presentes.

5.2 Introdução

Como produto educacional foi produzido um *blog* sobre eletrostática com ênfase na formação de tempestades com páginas no *Facebook* e canal no *YouTube* para sua aplicação em sala de aula. A sequência didática utilizou o recurso do indivíduo como centro do processo de ensino, proposto por Piaget e da teoria de Aprendizagem significativa de Ausubel.

O desenvolvimento do *blog* foi auxiliado pela Matriz dos PCNs e PCN+, itens Eixos Cognitivos e Matriz de referência de Ciências da Natureza e suas tecnologias. (ANEXO 3)

5.3 Desenvolvimento do produto

O material desenvolvido foi projetado para ser aplicado dentro de 16 horas/aula do programa estipulado. Foram basicamente 4 tipos de materiais desenvolvidos e utilizados:

- ✓ Cinco aulas com apresentações em *Powerpoint*.

- ✓ Apresentação de documentários e sugestões de *links*.
- ✓ Roteiros de atividades.
- ✓ Seminários e pequenos documentários apresentados pelos aprendizes.

Construímos então um *blog* que abrigou todas as atividades, que foram desenvolvidas pelos aprendizes e pelo professor-pesquisador com páginas no *Facebook* e canal no *YouTube*.

Este *blog* foi disponibilizado no *link: fisicacemporcento.blogspot.com.br*, desta forma todo o material fica disponível para o uso em outras escolas e em outros contextos.

5.3.1 O *blog*

O *blog* permite o uso de menus, com canal de ligação a ambientes virtuais, *links*, canais, possibilitando uma navegação dinâmica dentro do material desenvolvido.

figura 5.1. Tela de apresentação do *blog*



Fonte: Elaborado pelo autor

O *blog* (Figura 5.1) foi criado a partir de uma parceria entre o professor-pesquisador e os aprendizes contendo uma sequência de atividades dentro do programa de ensino, isto devido a questões pedagógicas e metodológicas.

Na tela inicial, na parte superior, aparece o *Menu* que permite ao usuário navegar pelo *blog* como aparece na Figura 5.1. O primeiro botão, intitulado de página inicial, leva o usuário a uma página onde é apresentada a última publicação. No segundo botão, há o índice onde aparece todo o material confeccionado pelo professor-pesquisador e também o material confeccionado pelos aprendizes. Nos botões três e quatro aparecem algumas

imagens e vídeos demonstrando o poder e a beleza das descargas elétricas. No quinto botão, há a *home Page* da página que foi criada no *Facebook* para interagir com os aprendizes sempre que um novo material for postado e também divulgar o trabalho. No sexto botão, há o canal de ligação com o *YouTube* para divulgação dos vídeos desenvolvidos pelos aprendizes.

5.3.2 Aulas virtuais

As aulas virtuais tiveram um papel muito importante na aplicação do projeto, pois, através delas, foi possível a apresentação dos conceitos e trabalhados dentro da perspectiva do referencial teórico, que foi citado no capítulo 3.

As aulas foram criadas dentro do programa *Powerpoint* e publicadas no *blog*. Procurou-se criar aulas que fossem atrativas no que diz respeito ao aspecto visual e que, ao mesmo tempo, não fossem carregadas de textos, de maneira que o conteúdo de cada *slide* pudesse ser absorvido ao longo de cada exposição e discussão.

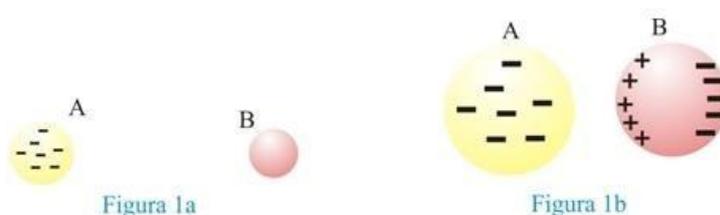
As aulas foram divididas em cinco tópicos. Uma descrição mais detalhada de cada uma destas aulas, nos aspectos visuais e pedagógicos, será feita.

5.3.2.1 Processos de eletrização

Para iniciar os estudos sobre a formação de tempestades e o que provoca as descargas elétricas, estes fenômenos da natureza que fascinam os homens desde a antiguidade, é necessário compreender como ocorre a polarização de uma nuvem, sendo os conceitos de eletrização de suma importância na contextualização de tais fenômenos. Para tal aplicação, foi necessário apenas uma aula de 50 minutos.

Na introdução dos processos de eletrização, foram utilizados alguns objetos simples, por exemplo, um papel toalha e um canudo de plástico. Ao serem atritados, o canudo colou na lousa. Também foi utilizado um globo de plasma. Os aprendizes foram questionados sobre o que provocou tal atração.

Figura 5.2 – Processo de eletrização: indução



Fonte: Infoescola

Na figura 5.2 – 1a, podemos observar o deslocamento de cargas dentro de um condutor B. O que provocou este deslocamento? Qual processo causou esta separação de cargas positivas e negativas?

O campo elétrico presente no corpo A carregado negativamente cria uma região chamada campo de elétrico, quando afastadas como na figura 5.2 – 1b não ocorre interação entre os corpos. Ao aproximarmos as duas esferas, a presença de cargas negativa presente em A, provocará uma separação de cargas em B(fig. 1b). Essa separação de cargas é chamada de indução.

Para casa

Por que quando passamos o braço próximo da tela da TV de tubo os nossos pelos ficam arrepiados?

Figura 5.3 – Processo de eletrização: contato



Fonte: Infoescola

Na figura 2, podemos observar o deslocamento de cargas entre os objetos. O que provocou este deslocamento? Um corpo pode receber prótons de outro? Por que os corpos ficam carregados com cargas de mesmo sinal?

A esfera A está eletrizada positivamente e todos os seus pontos possuem potencial elétrico negativo; ao contrário da esfera B que está neutra e seu potencial elétrico é nulo. Portanto, existe diferença de potencial entre as esferas. Quando encostamos as duas esferas, a diferença de potencial elétrico (Q) que existe entre elas faz com que os elétrons da esfera negativamente carregada (A) passem espontaneamente para a esfera neutra (de menor potencial). Durante o processo de eletrização, as partículas móveis são apenas elétrons por fazerem parte da eletrosfera, enquanto os prótons encontram-se no núcleo do condutor.

Para casa:

Esse fenômeno da eletrização por contato acontece com frequência na vida de todos. Explique como?

O processo de eletrização por atrito tem importância para nossa vida? Por quê?

Qual a importância dos processos de eletrização na formação das descargas elétricas?

Resumindo: Os processos de eletrização são responsáveis por eletrizar as nuvens e assim elevar o seu nível de energia, rompendo a rigidez dielétrica do ar provocando as descargas elétricas.

Saber mais: <http://uol.educao.com.br/eletrizacao-atrito-contato-inducao>

5.3.2.2 Campo elétrico

Nesta aula, trabalhamos o conceito de campo elétrico, suas linhas de força e principalmente qual a participação do campo elétrico na propagação de cargas elétricas na atmosfera, para tal compreensão foi utilizada uma esfera de plasma.

Figura 5.4 – Esfera de plasma



Fonte: Shoptime

Figura 5.5 – Campo elétrico e as descargas atmosféricas

- O CAMPO ELÉTRICO E A DESCARGAS ATMOSFERICAS



Fonte: Cosmoconsultoria.com.br

Podemos observar na figura várias descargas elétricas da nuvem em direção ao solo. Qual a influência do campo elétrico na formação dos raios? Para que um raio atinja o solo, o que é necessário? O ar é condutor ou isolante?

A nuvem por encontrar-se com excesso de elétrons irá induzir no solo uma separação de suas cargas positivas e negativas, gerando um grande campo elétrico paralelo entre a nuvem e o solo onde surgirá uma diferença de potencial que poderá ser capaz de extrapolar a rigidez dielétrica do ar, promovendo a ionização do ar, originando as descargas elétricas. Resumindo: um **dielétrico** é um isolante elétrico que, sob a atuação de um campo elétrico exterior acima do limite de sua rigidez dielétrica, permite o fluxo da corrente elétrica. Qualquer substância submetida a um campo elétrico muito alto pode se ionizar e tornar-se um condutor. Normalmente, um material dielétrico se torna condutor quando é ultrapassado o seu campo de ruptura. Essa intensidade máxima do campo elétrico (em V/m) se chama rigidez dielétrica. Assim, se aumentamos muito o campo elétrico aplicado sobre o dielétrico, o material se converte em um condutor.

Quando um raio atinge o solo, sua corrente aquece o solo e, se for muito intensa, poderá ocorrer a fusão de pequenas pedras, formando um pedregulho de aspecto estranho. Os raios caem nos pontos mais altos porque eles sempre procuram achar o menor caminho entre a nuvem e a terra. Em condições normais, o ar é um bom isolante de eletricidade. Quando temos uma nuvem carregada, o ar entre a nuvem e a terra começa a conduzir eletricidade porque a "voltagem" existente entre a nuvem e a terra é muito alta: vários milhões de volts (a "voltagem" das tomadas é de 110 ou 220 volts).

Para casa

Identificar os diferentes tipos de campo elétrico. E definir linhas de força.

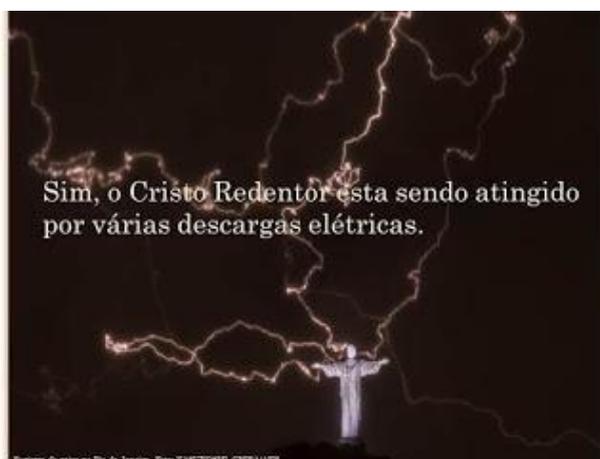
Pesquisar quais os dielétricos existentes na natureza.

Quais são os elementos necessários para que um raio aconteça?

Atividade complementar: Um grupo de alunos composto por sete membros ficou responsável por elaborar um seminário, ou um documentário sobre o tema trabalhado e apresentar ao grupo. Este material está no *blog*.

5.3.2.3. Raios, relâmpagos e trovões

Figura 5.6 Descargas elétricas



Fonte: sobrinhoneews.com.br

Os raios e os trovões aparecem com constância nos mitos das civilizações do passado. Profetas, sábios, escribas e feiticeiros os interpretavam como manifestações divinas, considerados principalmente como reação de ira contra as atitudes dos homens. Nas mãos de heróis mitológicos e de divindades, eram utilizados como lanças, martelos, bumerangues, flechas ou setas para castigar e perseguir os homens pecadores. As descargas elétricas são manifestações da natureza que despertam a curiosidade de estudiosos ao longo da evolução de nossa sociedade. Como sobreviver a uma tempestade de raios? Quais os lugares mais seguros durante as tempestades? Mitos e verdades sobre as descargas elétricas.

Durante as tempestades, devemos evitar alguns lugares para nossa segurança. Algumas dicas:

- ✓ *Evitar ficar exposto em locais abertos.*
- ✓ *Não fique dentro e nem próximo à água.*
- ✓ *Não fique debaixo de árvores.*
- ✓ *Não utilize equipamentos metálicos pontiagudos.*

Alguns lugares nos garante, uma maior proteção contra os raios.

- ✓ *Dentro de casa, longe dos equipamentos elétricos, portas e janelas.*
- ✓ *Dentro de automóveis (blindagem eletrostática).*

Mitos e verdades a respeito das descargas elétricas.

- ✓ *Para-raios protegem os equipamentos eletrônicos: Mito. Os para-raios protegem apenas a construção.*
- ✓ *Não se deve falar ao telefone ou tomar banho durante as tempestades. Verdade, a linha telefônica e a tubulação metálica por onde passa a água podem transmitir a descarga elétrica de um raio.*
- ✓ *O carro é um meio de transporte muito útil, pois é bom abrigo anti-raios pois a borracha dos pneus não conduz eletricidade: Mito. O carro é, sim, um bom abrigo em caso de tempestade, mas esse não é o motivo. O carro é seguro, pois sua estrutura metálica funciona como uma gaiola de Faraday.*
- ✓ *Os objetos atingidos por raios são sempre os mais altos: Mito. Objetos altos têm maior probabilidade de ser atingidos.*
- ✓ *Pode se calcular a distância de um raio pelo tempo que leva para o trovão soar: Verdade. A partir do momento em que se vê o relâmpago de um raio, podemos contar o tempo que levamos para escutar o som do trovão.*
- ✓ *Um raio pode atingir uma pessoa em um local fechado: Verdade. Você pode ser atingido pela descarga elétrica de um raio mesmo estando em um local fechado.*

Para casa

Pesquisar com seus familiares algumas crenças ou convicções sobre os relâmpagos e trovões.

Atividade complementar: Um grupo de alunos composto por sete membros ficou responsável por elaborar um seminário, ou um documentário sobre o tema trabalhado e apresentar ao grupo, este material está no *blog*.

5.3.2.4 Para-raios

Figura 5.7 O que é um para-raios?



Fonte: <https://br.pinterest.com/pin/464926361512408008>

Inicialmente, foram apresentadas as características do para-raios, como sendo uma haste de metal, comumente de cobre ou alumínio, destinado à proteção de edifícios atraindo as descargas elétricas atmosféricas, os raios, para as suas pontas e desviando-as para o solo através de cabos de pequena resistência elétrica. Como funciona um para-raios? Os para-raios protegem os equipamentos elétricos? Qual o alcance de um SPDA (Sistema de proteção contra descargas atmosféricas)?

Os para-raios são colocados 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 para-raios está instalado corretamente e bem localizado, de forma que ele fique mais atrativo que os possíveis alvos que o raio pode encontrar durante uma descarga. O SPDA não tem como proteger os equipamentos, pois quando estes são ligados na rede elétrica ou telefônica, eles estão plugados numa rede de

rios externos à edificação o que pode levar o raio para dentro da edificação. Os SPDAs são dimensionados para proteger edificações de forma individual e a proteção fica restrita à edificação em questão. Não existem SPDAs com grandes áreas de proteção. Assim, a proteção de áreas descobertas torna-se economicamente inviável. Na norma NBR5419, existe uma tabela definindo as proteções em função do nível de proteção.

Para casa

Observar próximo a sua casa se existe algum para-raios. A presença de um SPDA próximo é seguro para sua residência ou não? Justifique.

Quais são mais eficientes: os de alumínio ou cobre? Justifique sua resposta.

Atividade complementar: Um grupo de alunos composto por sete membros ficou responsável por elaborar um seminário, ou um documentário sobre o tema trabalhado e apresentar. Este material está no *blog*.

Na aplicação do projeto, depois das aulas expositivas e dos debates, os aprendizes resolveram três listas de exercícios sobre os temas apresentados na proposta (Anexo 4). Em seguida, foi realizada uma distribuição de tarefas e grupos de alunos ficaram responsáveis por elaborar um material relacionado a cada um dos temas apresentados anteriormente, podendo estes serem em forma de debates, experimentos, ou documentários. O resultado destas tarefas está no *blog* física sem fronteiras com o endereço *fisicacemporcento.blogspot.com.br* (Apêndice B).

Capítulo 6

6.1 ELEMENTOS DE ELETROSTÁTICA

Neste capítulo, trataremos acerca de conceitos e situações-problema envolvendo eletrostática. Este tema fomentará as considerações contidas no produto educacional, o qual aborda o mesmo conteúdo no arcabouço da educação básica.

6.1.1 Carga elétrica

Iniciaremos a nossa discussão por meio do conceito de carga elétrica. A ideia de dividir os “portadores de eletricidade” em dois grupos foi proposta por Benjamin Franklin. Ele sugeriu que os corpos geralmente possuem uma certa quantidade “usual” de “eletrificação” e que, quando dois corpos são esfregados um contra o outro, parte dessa “eletrificação” se transfere entre os corpos. Assim, um dos corpos fica com excesso de “eletrificação” e o outro fica com falta, de mesmo valor. Nesse caminho, Franklin denominou esses dois tipos de “eletrificação” como carga positiva e carga negativa. Por exemplo, quando um bastão de vidro é atritado com um pedaço de seda, o vidro adquire carga positiva e a seda adquire carga negativa de mesmo valor. Essas ideias ficarão mais claras quando apresentarmos os processos de eletrização.

Agora trataremos de uma importante característica da carga elétrica: sua quantização. A carga elétrica é quantizada, e o menor valor absoluto possível de ser observado no estado livre é o da carga elementar (e), que vale $1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$. O Coulomb, símbolo C , é a unidade de carga elétrica no sistema internacional, SI. No entanto, Gell-Mann, em 1963, propôs que existem partículas menores que a carga elementar, chamados quarks.

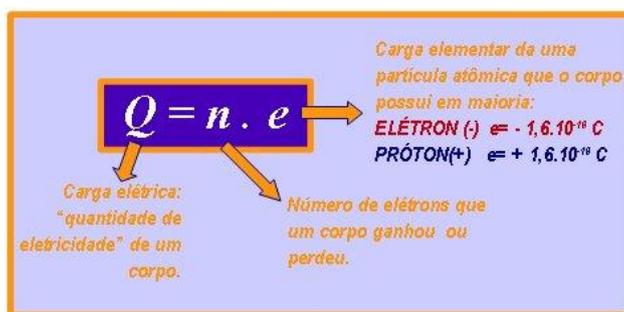


Figura 6.1

Brainly – carga elétrica

6.1.2 Quarks

Os elétrons são partículas elementares, mas os prótons e os nêutrons não podem mais serem considerados assim, pois não são indivisíveis. Tanto os prótons quanto os nêutrons são constituídos de partículas ainda menores, denominados quarks, Dentre os quarks conhecidos, até o momento, somente dois: quarks *up* e quarks *down*, participam da

composição tanto do próton quanto do nêutron.

Assim, o próton e o nêutron possuem as seguintes composições:

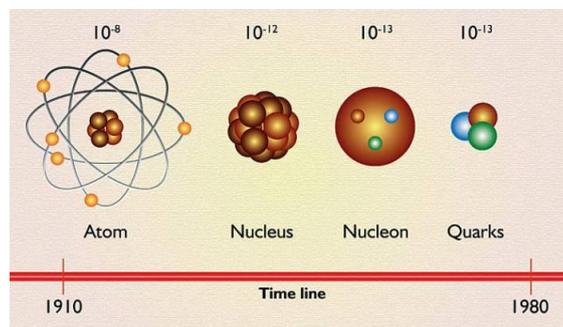


Figura 6.2

Brazil Astronomy – WordPress.com-Quarks

Em relação a valores, a carga do próton é $1,6 \cdot 10^{-19}C$, enquanto que a carga do elétron é $-1,6 \cdot 10^{-19}C$, ou seja, possui o mesmo módulo, mas sinal contrário. Já o nêutron é uma partícula desprovida de carga elétrica.

6.1.4 Lei da conservação de carga elétrica

A carga elétrica goza de uma propriedade importantíssima, que é a conservação. Toda grandeza física que possui alguma lei de conservação tem sua relevância própria, e este é o caso da carga elétrica. Assim, em um sistema eletricamente isolado tem-se: $\sum \text{cargas antes} = \sum \text{cargas depois}$.

6.1.5 Processos de eletrização

Neste momento, apresentamos os processos pelos quais os corpos tornam-se eletrizados, ou seja, adquirem carga elétrica líquida diferente de zero.

Atrito

Após o atrito, os corpos adquirem cargas elétricas iguais em módulo, porém com sinais opostos.

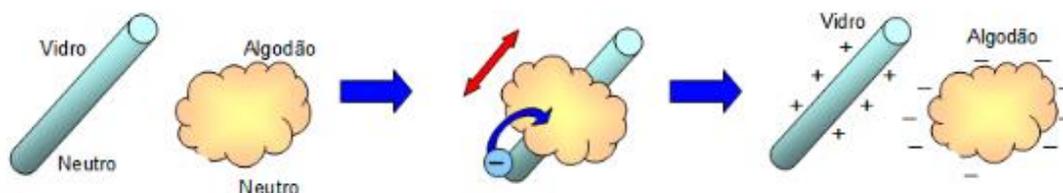


Figura 6.3

Brainly – processos de eletrização

Contato

Após a eletrização por contato os corpos ficam carregados com cargas de mesmo sinal, e, se forem idênticos, a carga total é dividida igualmente entre eles. Obs.: lembrando que durante a eletrização o corpo ganha ou perde elétrons.

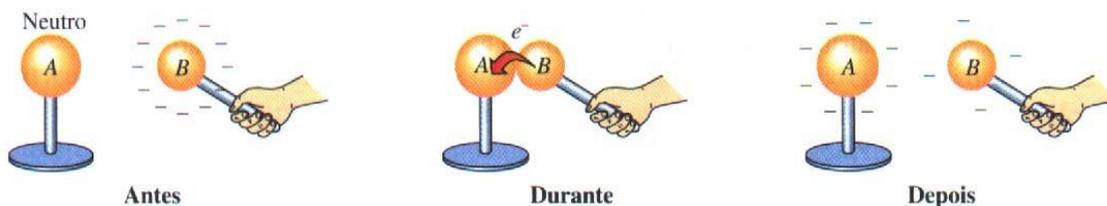


Figura 6.4

Brainly – processos de eletrização

Indução

Após a eletrização o corpo induzido sempre adquire carga oposta em relação ao corpo indutor, desde que esteja ligado ao solo, caso contrário não ocorre eletrização e sim polarização.

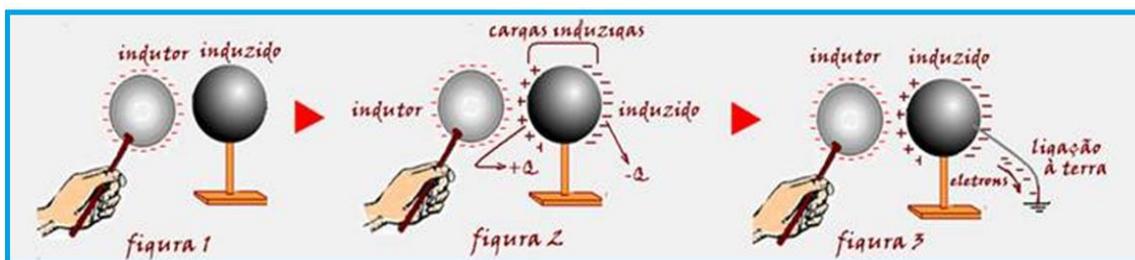


Figura 6.5

Brainly – processos de eletrização

6.2 Lei de Coulomb – Força Eletrostática

As cargas elétricas exercem forças uma sobre as outras. Charles Coulomb (1736-1806) estudou a força que uma carga elétrica exerce sobre outra utilizando uma balança de torção por ele inventada. Por meio de suas experiências, Coulomb chegou à seguinte conclusão: a força elétrica de repulsão ou de atração é diretamente proporcional ao produto de suas respectivas cargas e inversamente proporcional ao quadrado de distância que as separa. E ainda, ele concluiu que: cargas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais opostos se atraem.

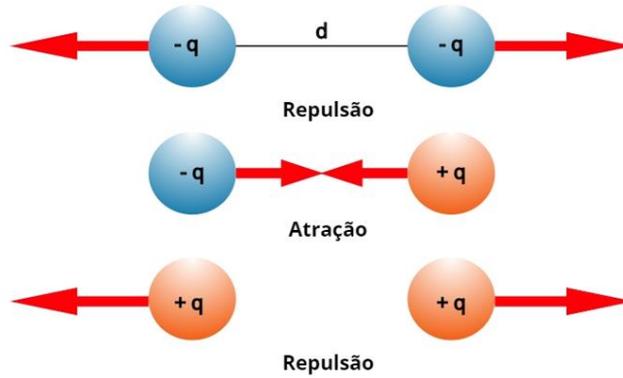


Figura 6.6

Brasil escola – lei de coulomb

Do ponto de vista matemático, Coulomb chegou à seguinte

$$\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12},$$

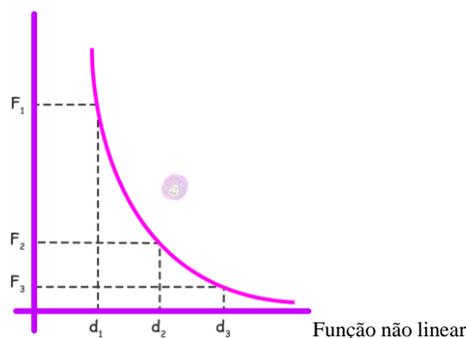
em que \vec{F}_{12} representa a força que a carga q_1 exerce sobre a carga q_2 , r_{12} é a distância que separa as cargas, e \hat{r}_{12} é o vetor unitário que aponta de q_1 para q_2 , e k é a constante eletrostática, a qual vale aproximadamente $8,99 \cdot 10^9 N \cdot m^2 / C^2$ no vácuo.

De acordo com a terceira lei de Newton, \vec{F}_{21} , a força que a carga q_2 exerce sobre a carga q_1 , possui mesmo módulo e mesma direção que a força que a carga q_1 exerce sobre a carga q_2 , mas sentido oposto, ou seja, $\vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$. Assim, o módulo dessa força é dado por

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}.$$

No cálculo do módulo da força eletrostática, usamos o módulo das cargas. Os sinais das cargas são utilizados na definição do sentido da força, ou seja, para caracterizar se a força é atrativa ou repulsiva.

A seguir, na Figura (), mostramos um gráfico representativo da Lei de Coulomb, força versus distância entre as cargas. Nele percebemos que a força é inversamente proporcional à distância de separação das cargas.



6.7 Campo elétrico

Conforme vimos, a força eletrostática é de ação à distância. Por este motivo, podemos introduzir a noção de campo elétrico \vec{E} . Assim, podemos dizer que uma carga elétrica provoca a formação de um campo elétrico \vec{E} no espaço e este campo exerce força sobre outra carga. A força é então exercida pelo campo na posição da segunda carga, e não pela própria carga que produz o campo elétrico, que está afastada dessa segunda carga. A fim de definirmos o campo elétrico, vamos imaginar uma carga q_0 , denominada carga de prova, cujo módulo é bem pequeno de forma a não influenciar na configuração do campo elétrico original. Essa carga sentirá a ação do campo elétrico original, provocado por uma ou mais cargas, por meio da ação de uma força eletrostática sobre ele; e este campo é dado por

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}.$$

No Sistema Internacional de Unidades (SI), a unidade do campo elétrico é N/C (newton por coulomb).

O vetor campo elétrico apresenta as seguintes características:

- **módulo**: o módulo do campo elétrico em um ponto P é dado pela equação acima.
- **direção**: é a mesma da força elétrica \vec{F} .
- **sentido**: é o mesmo da força elétrica \vec{F} se $q > 0$ e sentido contrário se $q < 0$.

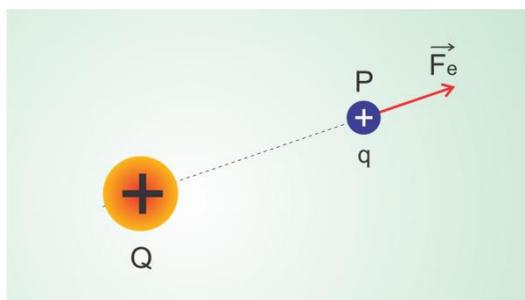


Figura 6.7

<https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/>

q (+): vetor Campo Elétrico e vetor Força Elétrica em mesmo sentido.

q (-): vetor Campo Elétrico e vetor Força Elétrica em sentidos opostos.

O campo elétrico pode ser representado por linhas de campo elétrico, as quais têm início nas cargas positivas e terminam nas cargas negativas. Assim, o valor do campo elétrico

num ponto é proporcional à densidade das linhas de campo nesse ponto. A figura () mostra linhas de campo elétrico para cargas puntiformes positiva e negativa.

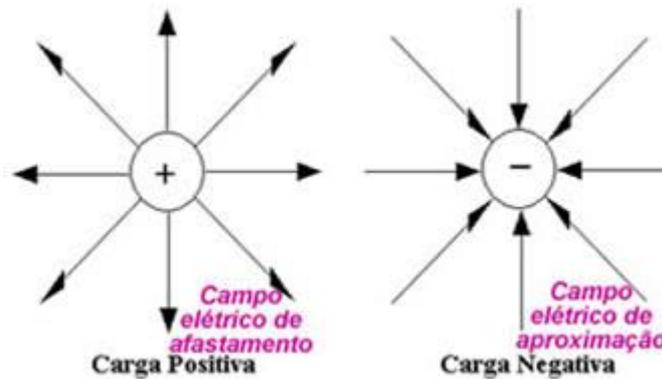


Figura 6.8

<https://osfundamentosdafisica.blogspot.com/>

Uma carga elétrica puntiforme é um corpo eletrizado, onde podemos desprezar as dimensões se considerarmos a distância que separa um corpo do outro.

6.3 O Princípio da Superposição

Se pretendermos determinar o campo elétrico produzido por diversas cargas, podemos utilizar o princípio da superposição, o qual será explicado a seguir. Seja

$$\vec{E}_i = k \frac{q_i}{r_{i0}^2} \hat{r}_{i0}$$

o campo elétrico produzido por uma carga puntiforme q_i num ponto P localizado na posição \vec{r}_i . A carga q_i está distante r_{i0} do ponto P, e \hat{r}_{i0} é o vetor unitário que aponta de q_i para P. Assim, se tivermos N cargas, o campo por elas produzido no ponto P é igual à soma vetorial dos campos das cargas individuais, isto é

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^N k \frac{q_i}{r_{i0}^2} \hat{r}_{i0}.$$

Este é o princípio da superposição.

6.3.2 Campo Elétrico de uma Distribuição Contínua de Cargas

As ideias da seção anterior, isto é, o princípio da superposição para o cálculo do

campo elétrico resultante da contribuição de várias cargas elétricas pode ser usado na construção da expressão para o cálculo do campo elétrico devido a uma distribuição contínua de cargas. Nesse caminho, consideremos uma objeto com densidade volumétrica de cargas dada por ρ , o campo elétrico devido a tal distribuição de cargas é dado por

$$\vec{E} = \int k \frac{dq}{r^2} \hat{r},$$

em que dq é um elemento infinitesimal de carga contido no volume V .

6.3.3 A Lei de Gauss

O cálculo do campo elétrico quando temos situações que possuem alguma simetria, por exemplo quando analisamos distribuições de cargas de têm simetria, pode ser facilitado se utilizarmos a lei de Gauss. Essa lei diz que o fluxo do campo elétrico através de uma superfície fechada que encerra uma carga líquida q é proporcional à razão entre a carga e a permeabilidade eletrostática no vácuo ϵ_0 . A expressão matemática a seguir sumariza essa lei

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \frac{q}{\epsilon_0},$$

em que $\oint \vec{E} \cdot d\vec{a}$ representa o fluxo do campo elétrico através de alguma superfície fechada que encerra q .

A lei de Gauss pode ser facilmente escrita na forma diferencial se utilizarmos o teorema de Stokes, isto é,

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = \iiint \nabla \cdot \vec{E} \, dV,$$

em que a integral tripla é calculada no volume definido pela superfície que encerra a carga q .

A lei de Gauss pode ser usada para demonstrar, por exemplo, que cargas em excesso numa casca esférica condutora se concentram na superfície da esfera, deixando o campo elétrico nulo no interior da esfera. Para este mesmo sistema físico, isto é, a casca esférica condutora, digamos que ela tenha o raio igual a R , facilmente determinamos o campo elétrico em pontos exteriores à esfera, isto é, pontos em que $r > R$. Faremos isso agora. Para esse fim, consideremos como superfície gaussiana uma casca esférica imaginária de raio r . Neste sistema o vetor campo elétrico \vec{E} é normal à superfície e depende apenas da

distância até o centro da esfera, isto é, depende somente de r , sendo portanto paralelo a $d\vec{a}$. Dessa forma, a integral do fluxo fica dada simplesmente pelo produto entre o módulo do campo elétrico e a área da superfície gaussiana, ou seja,

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{a} = 4\pi r^2.$$

Igualando este resultado a $\frac{q}{\epsilon_0}$, segundo preconiza a lei de Gauss, obtemos

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}.$$

Assim, podemos escrever que o módulo do campo elétrico para a esfera condutora de raio R carregada com carga q é dado por

$$E = \begin{cases} 0, & r < R \\ \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}, & r > R \end{cases}$$

Raciocínio análogo pode ser usado para determinar o campo elétrico devido a um plano infinito carregado com carga q , ou ainda, com densidade superficial de carga $\sigma = q/A$, em que A é a área da placa. Neste caso, podemos considerar como superfície gaussiana um cilindro cujas bases são paralelas à placa. Consideremos que as linhas de campo elétrico sejam perpendiculares à placa, ou seja, sejam também perpendiculares às bases do cilindro. Dessa forma, o fluxo do campo elétrico através da superfície do cilindro se dá somente através das bases, sendo iguais à: EA na base à direita da placa e $(-E)(-A) = EA$ à esquerda da placa (os sinais de menos aparecem devido ao sentido do vetor campo elétrico à esquerda da placa e ao sentido do vetor normal à placa quando analisamos à esquerda da placa). Assim, o fluxo total será $2EA$. Usando a lei de Gauss, encontramos: $2EA = q/\epsilon_0$, isto é

$$E = \frac{q}{2\epsilon_0 A} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}.$$

Assim, se tivermos duas placas paralelas com cargas de sinais opostos, conforme mostrado na Figura (), teremos que o campo elétrico entre as placas é dado por

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0},$$

Correspondendo ao uma parcela igual a $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ devido a placa carregada positivamente e outra igual a $\frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ devido à placa carregada negativamente.



Figura 6.9

<https://slideplayer.com.br/slide/1220420/>

6.4 Eletrostática na formação de descargas elétricas

Nesta seção, usaremos os conceitos desenvolvidos ao longo do capítulo para tratarmos da formação de raios na atmosfera.

Quando estudamos eletrostática, aprendemos que **cargas elétricas de sinais iguais se repelem**. Portanto, o excesso de cargas negativas na parte inferior das nuvens acaba repelindo as cargas negativas da superfície terrestre, "empurrando-as" para o interior do planeta. Esse efeito ocorre não apenas sobre o solo, mas sobre tudo que está sobre ele: oceanos, casas, árvores e até mesmo pessoas.

Por fim, o que sobra é um excesso de cargas positivas, conforme mostra a imagem:



Figura 6.10

Imagem: Adobe Stock

Quando um corpo eletricamente carregado, como as nuvens durante uma tempestade, induz a [eletrização](#) de um corpo neutro, dizemos que ocorreu uma **eletrização por indução**.

Formação de raios

Da mesma forma que cargas elétricas de mesmo sinal se repelem, **cargas elétricas de sinais opostos se atraem**. Logo, as cargas negativas das nuvens tenderiam a se aproximar das cargas positivas da superfície terrestre.

Porém, o ar não permite que isso ocorra. Ele é considerado um **isolante elétrico**, ou seja, um material cujas cargas elétricas não conseguem se mover livremente. Mas à medida que as concentrações de cargas aumentam, o [campo elétrico](#) próximo delas fica mais intenso. Uma coisa que muitos não sabem é que todo **isolante** pode se tornar **condutor**. Para isso, basta que um campo elétrico intenso o suficiente atue sobre ele.

Isso é possível, pois campos elétricos de alta intensidade são capazes de desprender alguns elétrons dos átomos que compõem o material isolante, e são esses elétrons livres que passam a ajudar na condução de [corrente elétrica](#).

Quando esse fenômeno ocorre com o ar, há transferência de cargas entre a superfície terrestre e as partes inferiores das nuvens, veja:



Figura 6.11

Imagem: Adobe Stock

Formando as descargas atmosféricas chamadas de raio.

A descarga elétrica apresenta um nível muito elevado de partículas portadoras de cargas, aquecendo o ar a uma temperatura de 30.000°C, criando assim dois fenômenos chamados de: relâmpago e trovão.

- o ar, quando superaquecido, emite radiação luminosa na faixa visível do **espectro eletromagnético**. É essa luz que causa os clarões no céu, ou seja, os **relâmpagos**.
- além disso, sabemos que quando um gás é aquecido ele expande, aumentando o seu volume. Na ocorrência de raios, a expansão do ar é extremamente violenta, gerando as ondas de som que chamamos de **trovões**.

Capítulo 7.

Análise e consolidação dos resultados

Neste capítulo, será apresentada a análise e a consolidação dos resultados da aplicação da proposta de trabalho.

7.1 Análises dos resultados

Nesta seção, são representados os resultados obtidos a partir do pré-teste e do pós-teste. Também são analisados os resultados do questionário de opinião do trabalho aplicado.

7.1.1 Comparação dos resultados do pré e pós-teste

Os resultados apresentados a seguir são referentes à aplicação de um questionário de múltipla escolha como objetivo de verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre Eletrostática, com ênfase na formação de raios, descargas elétricas nas tempestades. Este questionário foi aplicado em duas etapas: na primeira aula, como um pré-teste; e ao final da unidade de aprendizagem desta proposta pedagógica, na forma de pós-teste, contemplando as mesmas questões aplicadas anteriormente.

Da aplicação do pré-teste participaram um total de 90 alunos e do pós-teste, 102 alunos, das três turmas que fizeram parte do projeto. Deve ser levado em consideração que nem todos estavam presentes na primeira aula no dia referente ao pré-teste, mas participaram de todas as atividades desenvolvidas posteriormente. Foram analisadas 20 questões retiradas do endereço eletrônico www.lightning.dge.inpe.br que tem por base perguntas frequentes sobre raios e também porque envolvem conceitos sobre eletrostática, as questões apresentam duas, três ou mais alternativas, totalizando 61 itens analisados. A partir das respostas, foi possível perceber os conceitos já existentes dos alunos e o que precisa ser trabalhado.

A população envolvida no trabalho foi de 90 alunos no pré-teste e de 102 no pós-teste, um aumento no número de participantes de 13,3%. Inicialmente, a média de acertos chegou a 43,88% e, ao final da aplicação da proposta, a média de acerto chegou a 52,89%, um crescimento de 9,01% da margem de acertos.

Os resultados estão representados nos gráficos de colunas, comparando as respostas dos alunos no pré-teste e no pós-teste. Através da comparação das respostas,

pôde-se verificar que houve um aprimoramento na aprendizagem em algumas questões, porém, em outras, nota-se que não houve ganho de conceitos novos. Os gráficos mostram os acertos dos alunos para cada uma das alternativas.

Para facilitar a análise dos resultados, a alternativa correta aparece sublinhada.

1- No contato entre um condutor eletrônico A, eletrizado positivamente, e outro B, neutro, haverá passagem de:

- a) prótons de A para B. b) elétrons de B para A. c) elétrons de A para B.

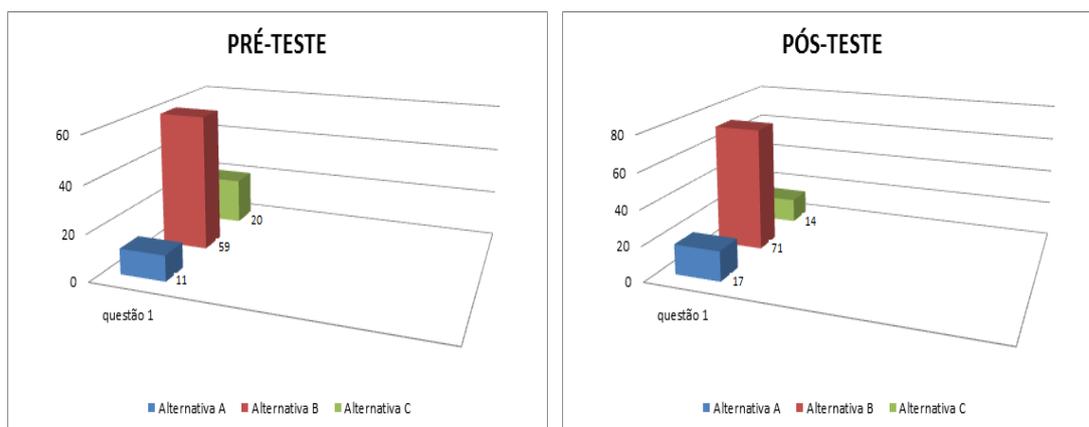


Figura 7.1: Citações tidas como corretas para a questão 1 no pré e pós-teste.

O propósito central desta abordagem é proporcionar ao aprendiz a compreensão de que, para ocorrer eletrização por contato, é imperativo que pelo menos um dos corpos envolvidos no processo esteja eletrizado. Na etapa inicial do teste, a porcentagem de acertos foi de 65,5%, e no estágio posterior, esse índice aumentou para 69,6%, refletindo um crescimento de 4,1%. É crucial que os alunos reconheçam que o procedimento de eletrização por contato evidencia a transferência de elétrons de um corpo para o outro, sem a ocorrência de troca de prótons.

2 - Duas esferas metálicas, muito leves, estão penduradas por fios perfeitamente isolantes, em um ambiente seco, conforme mostra a figura a seguir. Uma barra metálica, positivamente carregada, é encostada em uma das esferas e depois afastada. Após o afastamento da barra, qual deve ser a posição das esferas, sabendo que a carga inicial delas é nula?

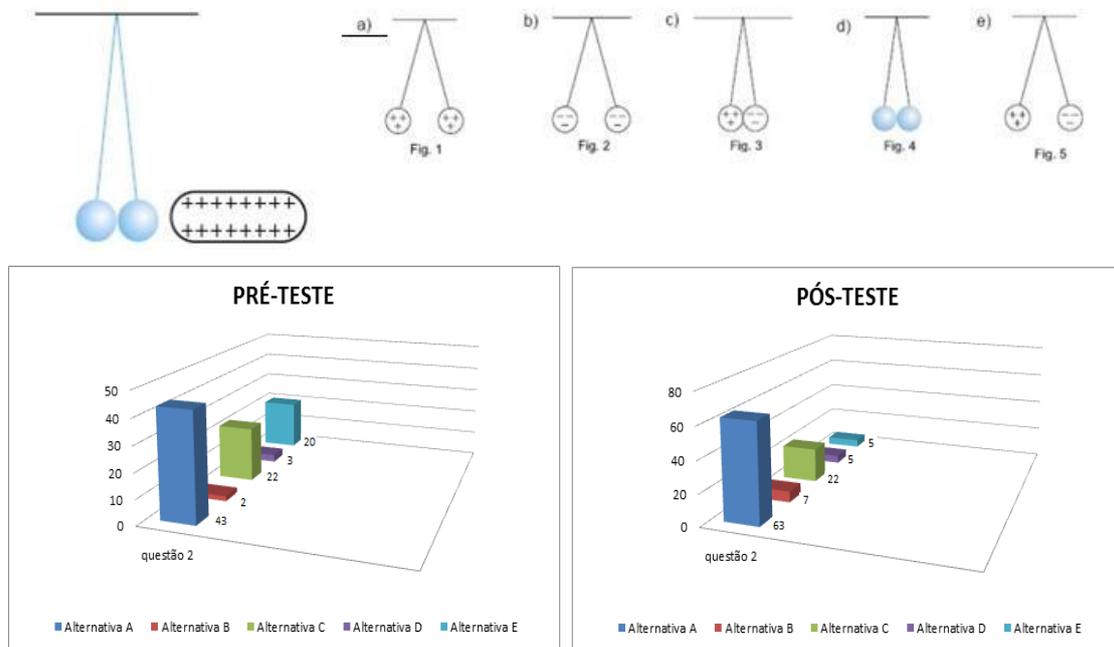
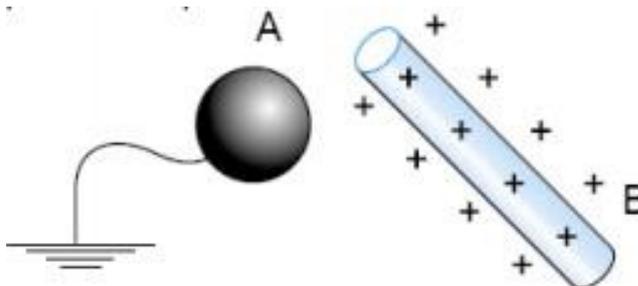


Figura 7.2: Citações tidas como corretas para a questão 2 no pré e pós-teste.

Durante a interação entre os corpos, ocorre um deslocamento de partículas carregadas promovendo a eletrização e desta forma os corpos ficaram com cargas de mesmo sinal, porém é necessário ressaltar que mesmo se eletrizando positivamente não houve deslocamento de prótons. A presente questão apresentou no pré-teste um total de 47,78% de acertos e no pós-teste este percentual chegou a 61,76%, um crescimento no percentual de acertos de 13,98%.

3- A figura abaixo representa um condutor A, eletricamente neutro, ligado a Terra. Aproxima-se de A um corpo B carregado positivamente. Pode-se afirmar que:

- a) os elétrons da Terra são atraídos para A.
- b) os elétrons de A escoam para a Terra.
- c) os prótons de A escoam para a Terra..



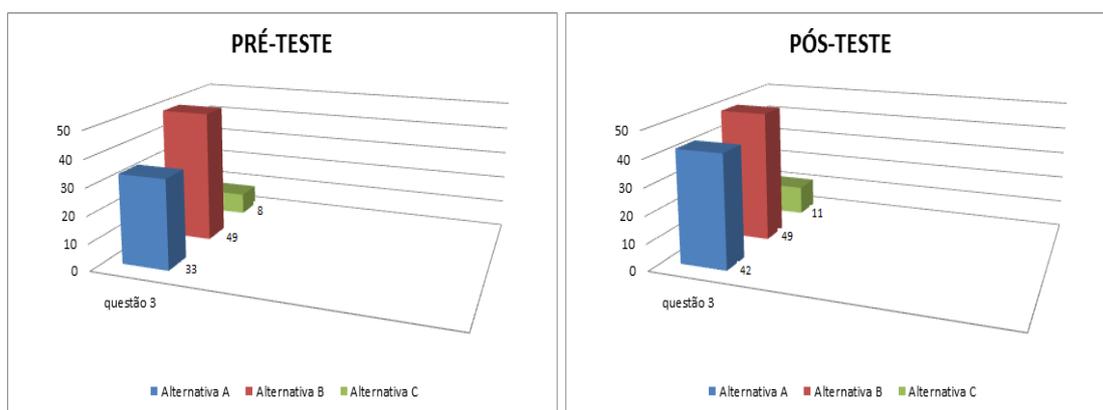
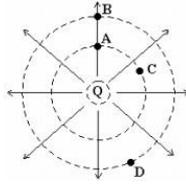


Figura 7.3: Citações tidas como corretas para a questão 3 no pré e pós-teste.

A eletrização por indução é um fenômeno elétrico que revela a movimentação de elétrons entre a Terra e uma esfera condutora, influenciada pela interação com um bastão. Este processo é caracterizado pelo deslocamento de cargas elétricas na superfície da esfera, resultando em carregamento positivo se o bastão indutor estiver positivamente carregado, e carregamento negativo se o bastão estiver negativamente carregado. Quando um bastão é aproximado da esfera condutora, ele exerce uma influência sobre os elétrons presentes na superfície da esfera. Se o bastão estiver carregado positivamente, os elétrons da esfera serão atraídos em direção a ele, causando um deslocamento dessas partículas da esfera para o bastão. Por outro lado, se o bastão estiver carregado negativamente, ocorrerá um movimento oposto, com elétrons da terra migrando para a esfera. Os resultados de um estudo prévio sobre o entendimento desse fenômeno revelam uma compreensão inicial de 36,66% por parte dos participantes. No entanto, após a realização de um pós-teste, observou-se um aumento significativo no percentual de acertos, atingindo 41,17%. Esse crescimento de 4,51% sugere uma melhoria no entendimento do processo de eletrização por indução após a exposição ao conteúdo educacional. Essa variação positiva no desempenho demonstra a eficácia do método de ensino utilizado, proporcionando aos participantes uma compreensão mais sólida sobre o fenômeno e suas nuances. A eletrização por indução, portanto, revela-se como um tema que, quando abordado de maneira educativa e informativa, pode ser assimilado com sucesso, contribuindo para o aprimoramento do conhecimento em eletricidade e fenômenos elétricos.

4 - (UFV-1996) Na figura, estão representadas algumas linhas de força do campo criado pela carga Q . Os pontos A, B, C e D estão sobre circunferências centradas na carga. Assinale a alternativa FALSA:



- a) Os potenciais elétricos em A e C são iguais.
 b) O potencial elétrico em A é maior do que em D.
 c) O campo elétrico em B é mais intenso do que em A.

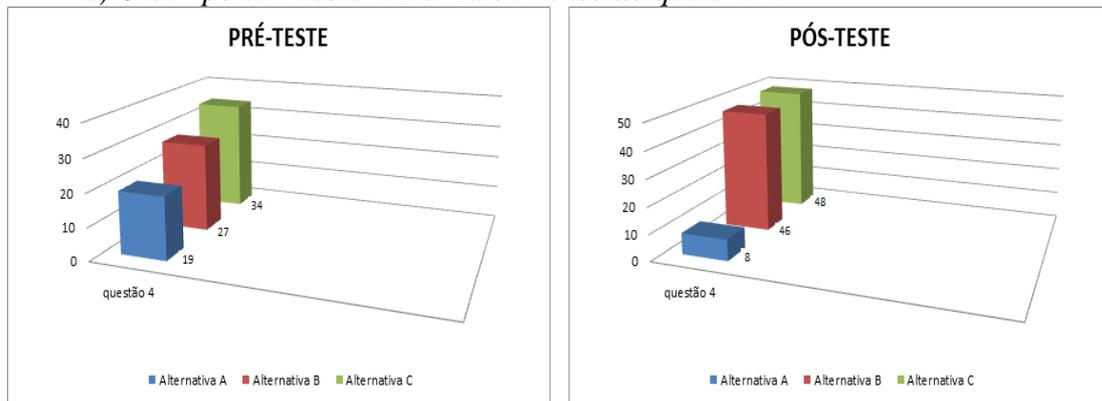


Figura 7.4: Citações tidas como corretas para a questão 4 no pré e pós-teste.

Nesta atividade, dedicaremos nossa investigação às configurações do campo elétrico resultantes da distribuição ao redor da carga. A análise das superfícies equipotenciais possibilita a mensuração precisa da intensidade e dos efeitos do campo elétrico ao redor do corpo gerador de campo. Além disso, a execução desta atividade permitirá a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas sobre campo elétrico e potenciais elétricos. A questão apresentada no pré-teste revelou uma taxa de acertos inicial de 37,78%. No entanto, após a realização do pós-teste, esse percentual aumentou significativamente para 47,05%, representando um crescimento notável de 9,27% na taxa de acertos. Este incremento na compreensão dos participantes destaca a eficácia do método de aprendizado adotado. Ao explorar as configurações do campo elétrico e aplicar os conceitos teóricos em uma análise prática, os participantes conseguiram assimilar de maneira mais robusta o conteúdo relacionado aos campos elétricos e potenciais elétricos. Esta atividade não apenas enriquece a compreensão teórica, mas também fortalece a capacidade dos participantes de aplicar esse conhecimento em situações práticas, proporcionando uma experiência de aprendizado mais holística e coerente.

5 - (UFMG-1994) Observe a figura.



Nessa figura, duas placas paralelas estão carregadas com cargas de mesmo valor absoluto e de sinais contrários. Um elétron penetra entre essas placas com velocidade v de forma paralela às placas. Considerando que APENAS o campo elétrico atua sobre o elétron, a sua trajetória entre as placas será:

- um arco de circunferência.
- um arco de parábola...
- uma reta inclinada em relação às placas.

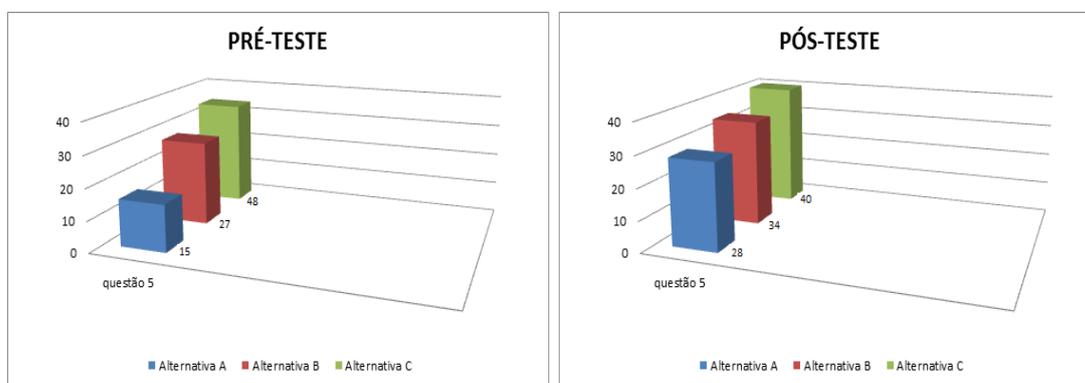


Figura 7.5: Citações tidas como corretas para a questão 5 no pré e pós-teste.

A figura em questão ilustra as forças de atração e repulsão resultantes da interação entre dois objetos portadores de cargas elétricas, onde cargas opostas se atraem e cargas iguais se repelem. Esta representação visualiza de maneira clara as forças eletrostáticas em ação, proporcionando uma compreensão visual da dinâmica dessas interações. A questão apresentada no pré-teste revelou uma taxa inicial de acertos de 30%. No pós-teste, observou-se um aumento para 33,3%, indicando um crescimento de 3,3% no percentual de acertos. Este pequeno, porém significativo, avanço na compreensão dos participantes destaca a eficácia do processo de aprendizagem. Ao utilizar uma representação visual das forças eletrostáticas, os participantes foram capazes de consolidar e aplicar seus conhecimentos de forma mais precisa. A figura proporcionou uma compreensão mais clara das interações entre cargas elétricas, permitindo que os participantes interpretassem e respondessem à questão de forma mais acurada no pós-teste.

Assim, a utilização dessa representação visual não apenas contribuiu para uma melhor compreensão do fenômeno, mas também demonstrou ser uma ferramenta eficaz no processo de avaliação, promovendo um ambiente de aprendizado mais coeso e progressivo.

6 - Como as nuvens se formam?

a) A origem de uma nuvem está no calor que é irradiado pelo Sol, evaporando a água que em regiões mais frias da atmosfera o vapor se condensa formando minúsculas gotinhas de águas que compõem então as nuvens.

b) Formam-se devido às zonas de precipitação das camadas atmosféricas de baixa e alta temperatura.

c) A água após o fenômeno da evaporação atinge grandes altitudes onde devido a grande inversão térmica ocorre a cristalização da água.

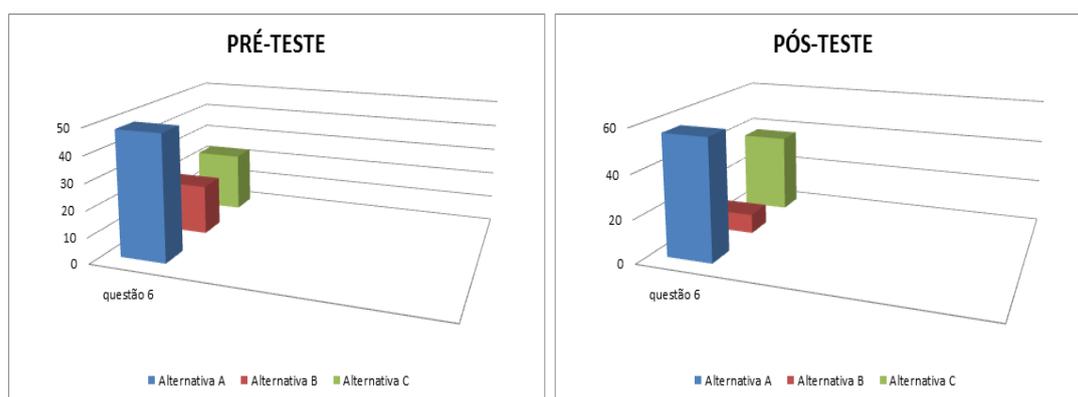


Figura 7.6: Citações tidas como corretas para a questão 6 no pré e pós-teste.

A formação de nuvens é influenciada pelo calor e pela estrutura do nosso planeta, que promovem a transformação do vapor em pequenas gotas de água ou cristais de gelo. Em dias mais quentes, há maior presença de nuvens, favorecendo o aumento da evaporação. No pré-teste, a questão apresentou um índice de acertos de 62,2%, enquanto no pós-teste esse percentual diminuiu para 59,8%, representando uma redução de 2,4% nos acertos.

7 - Todas as nuvens produzem relâmpagos?

Sim. Possuem os ingredientes necessários para produzir relâmpagos. Não.

Somente as nuvens de tempestades, conhecidas como cumulonimbus.

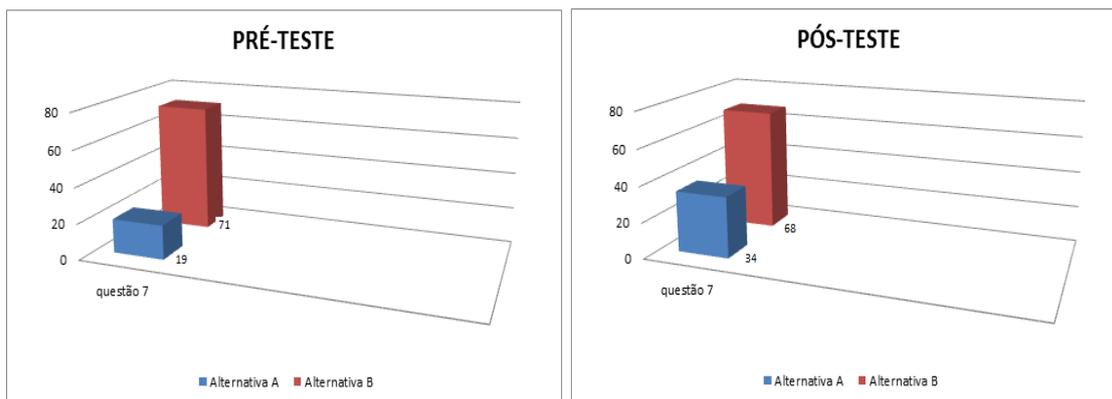


Figura 7.7: Citações tidas como corretas para a questão 7 no pré e pós-teste.

É crucial destacar aos aprendizes que nem todas as nuvens geram descargas elétricas. Para a ocorrência de raios, são essenciais alguns elementos específicos: ventos intensos, uma extensão vertical significativa e a presença de partículas de gelo e água em variados tamanhos. No pré-teste, a questão registrou uma taxa de acertos de 78,89%, enquanto no pós-teste esse percentual reduziu para 66,67%, representando uma diminuição de 12,22% nos acertos.

8 - *Que aspecto tem as nuvens de tempestade?*

a) *Estas nuvens são enormes. E o seu topo está acima da estratosfera.*

b) *Normalmente têm a sua base escura, pois a luz solar é absorvida e espalhada pelas partículas de água e gelo de que são formadas.*

c) *Apresentam uma concentração de partículas portadoras de carga muito elevada liberando energia durante um período de alguns minutos ou várias horas.*

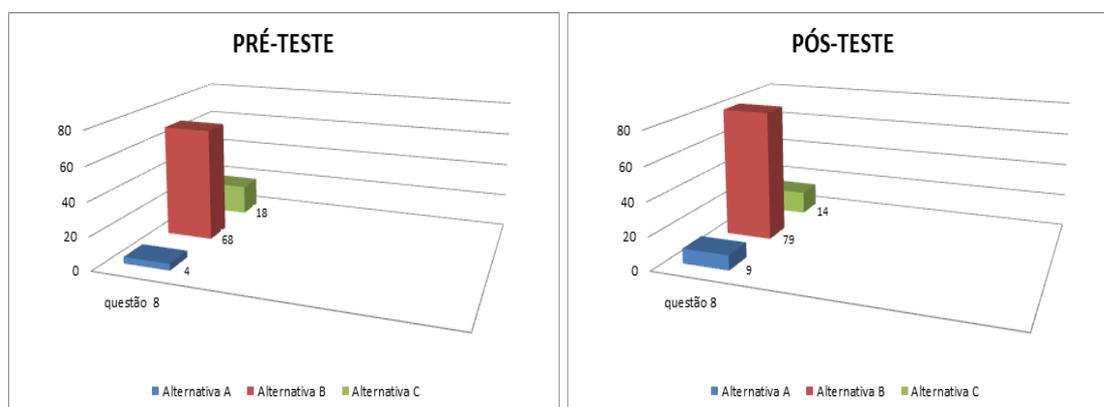


Figura 7.8: Citações tidas como corretas para a questão 8 no pré e pós-teste.

Nuvens são fascinantes, exibindo beleza hipnótica e imponência, sempre cativantes para a observação. As nuvens de tempestade, em particular, alcançam dimensões impressionantes, com suas bases situadas a 2 ou 3 km e topos que podem atingir até 20 km

de altitude. Associadas frequentemente a eventos climáticos extremos, tais como chuvas torrenciais, enchentes, granizo, ventos intensos e ocasionalmente tornados, essas nuvens são prenúncio de uma tempestade elétrica, caracterizada por efeitos visuais como relâmpagos e efeitos sonoros como trovões. A questão em análise revelou, no pré-teste, um índice de acertos de 75,55%. No pós-teste, esse percentual elevou-se para 77,45%, refletindo um aumento de 1,9% na taxa de acertos.

9 – Por que as nuvens se eletrificam?

- a) A eletrificação surge da colisão entre partículas de gelo, água e granizo na superfície da nuvem.*
- b) A maioria das nuvens de tempestade tem um centro de cargas negativas embaixo e um centro de cargas positivas na sua parte superior devido à colisão de suas partículas.*
- c) Algumas nuvens apresentam também um pequeno centro de cargas positivas próximo à sua base, por causa do atrito com o ar onde a nuvem perde elétrons.*

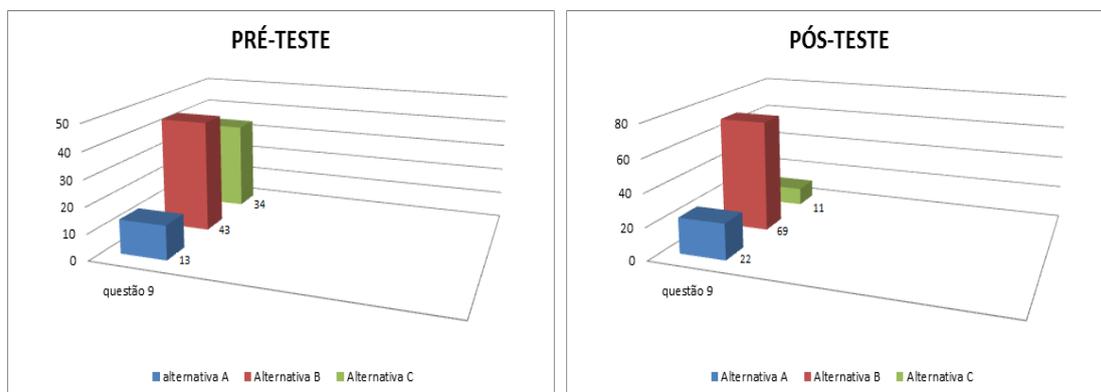


Figura 7.9: Citações tidas como corretas para a questão 9 no pré e pós-teste.

A eletrização das nuvens ocorre principalmente devido às colisões entre partículas de gelo acumuladas em seu interior, conforme a teoria mais aceita. Outro fator, que não exclui a primeira explicação, pode ser atribuído aos efeitos resultantes das variações na condutividade elétrica do gelo devido às diferentes temperaturas no interior da nuvem. Na avaliação pré-teste, a questão apresentou uma taxa de acertos de 47,78%, enquanto no pós-teste esse índice aumentou para 67,64%, representando um crescimento de 19,86% no percentual de respostas corretas.

10 - Por que existem relâmpagos?

- a) Devido à pequena concentração de energia entre a nuvem e o solo, o ar se torna condutor promovendo a propagação de corrente elétrica.*

b) A maioria das descargas (80%) ocorre fora da nuvem, devido à indução de cargas opostas no solo.

c) Quando a concentração de cargas no centro positivo e negativo da nuvem cresce muito, o ar que os circunda já não consegue isolá-los eletricamente.

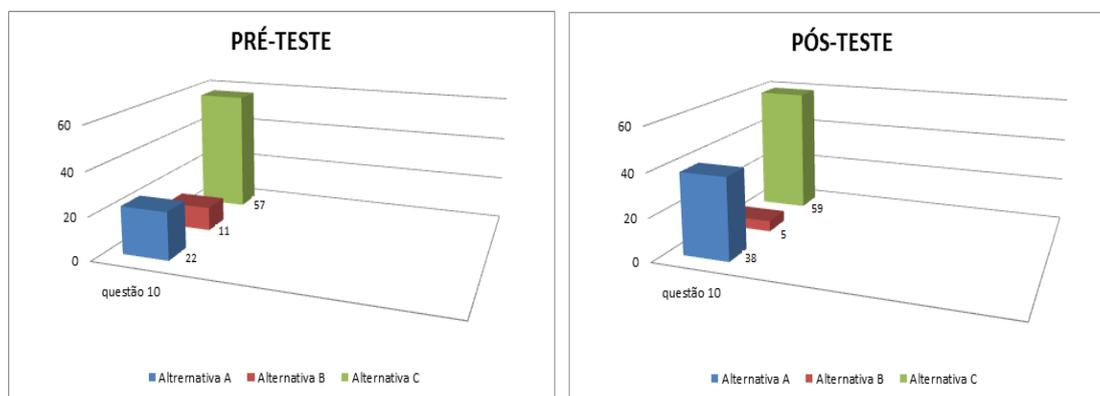


Figura 7.10: Citações tidas como corretas para a questão 10 no pré e pós-teste.

Para entender a ocorrência de relâmpagos no interior de uma nuvem, é crucial que o aprendiz tenha conhecimento dos processos de eletrização. Os raios ocorrem quando há uma diferença de potencial significativa entre as nuvens, ou até mesmo entre as nuvens e o solo, capaz de ionizar o ar. Esse processo resulta na perda de elétrons pelos átomos do ar, desencadeando descargas elétricas. No pré-teste, a questão registrou uma taxa de acertos de 63,33%, enquanto no pós-teste esse índice diminuiu para 57,84%, representando uma redução de 5,49% no percentual de respostas corretas.

11 - Como funciona o para-raios?

a) Um para-raios nem atrai nem repele os raios.

b) Atrai raios.

c) Repele os raios.

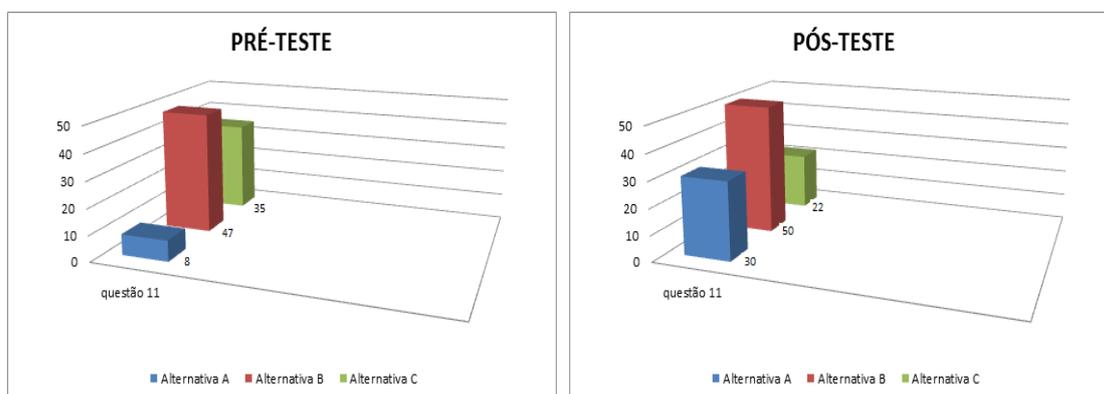


Figura 7.11: Citações tidas como corretas para a questão 11 no pré e pós-teste.

Para que o aprendiz compreenda o funcionamento de um para-raios, é essencial possuir conhecimento científico sobre o princípio das pontas. Em um para-raios eletricamente carregado, as cargas elétricas concentram-se principalmente na ponta, resultando em um campo elétrico mais intenso nessa região em comparação com o restante do dispositivo. Devido a esse campo elétrico, ocorrem forças de repulsão entre as cargas elétricas, levando-as a se afastarem até que algumas sejam lançadas para fora do condutor, ficando livres no ambiente circundante. A questão, inicialmente com uma taxa de acertos de 8,89% no pré-teste, apresentou um aumento significativo no pós-teste, atingindo 29,41%, representando um crescimento de 20,52% no percentual de respostas corretas.

12 - Quais são os principais tipos de raios existentes?

- a) Relâmpago nuvem – solo, raio de pérola, relâmpago no solo para nuvem, relâmpago de nuvem para nuvem.*
- b) Os raios ascendentes têm sua ramificação voltada para baixo, e apresentam um deslocamento entre nuvens.*
- c) Os que não tocam o solo podem ser basicamente de três tipos: dentro da nuvem, da nuvem para o ar e de uma nuvem para outra.*

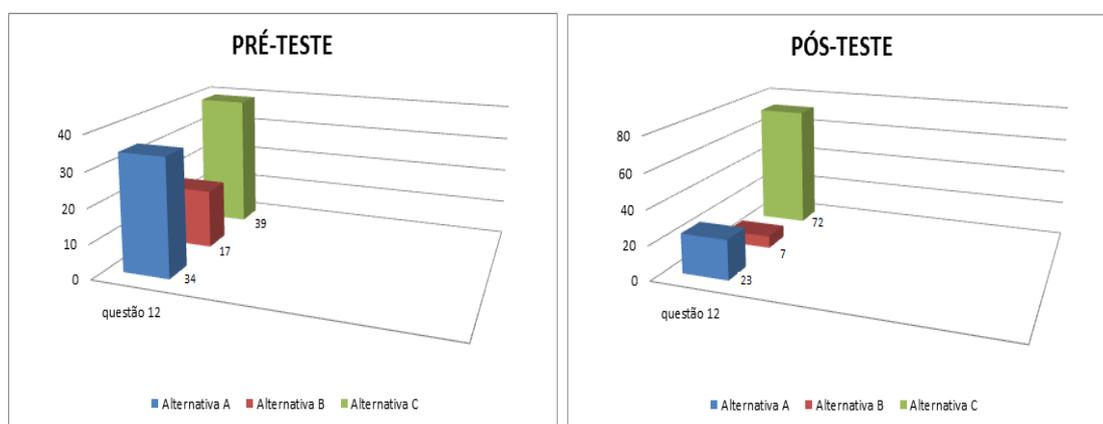


Figura 7.12: Citações tidas como corretas para a questão 12 no pré e pós-teste.

O propósito deste questionamento é desafiar um paradigma, uma vez que a maioria dos aprendizes mantinha a crença de que os raios sempre ocorriam de cima para baixo. Entretanto, diversos tipos de descargas elétricas desmentem essa ideia, tais como relâmpago nuvem-solo, raio de pérola, relâmpago do solo para a nuvem e relâmpago de nuvem para nuvem. Inicialmente, a questão registrou uma taxa de acertos de 43,33% no pré-teste, mas no pós-teste, esse índice aumentou consideravelmente para 70,58%, representando um crescimento notável de 27,25% no percentual de respostas corretas.

13 - *Existem raios positivos e negativos?*

a) *Não. Somente raios portadores de cargas negativas.*

b) *Não. Devido a sua polarização pode provocar apenas o deslocamento de cargas positivas.*

c) *Sim. Os raios têm a sua polaridade atribuída conforme o tipo de carga que neutralizam na nuvem.*

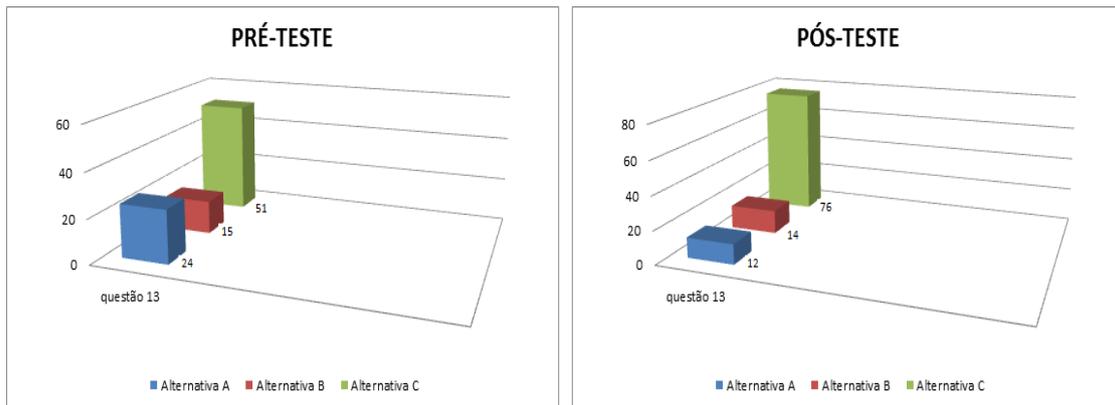


Figura 7.13: Citações tidas como corretas para a questão 13 no pré e pós-teste.

O aprendiz deve entender que as descargas elétricas podem ser positivas e negativas. O raio negativo, o mais comum, forma-se na base da tempestade, onde elétrons se deslocam invisivelmente em direção ao solo. Antes de tocar o chão, eles atraem partículas positivas, resultando em uma descarga luminosa. Já o raio positivo opera de maneira oposta, com partículas positivas indo em direção ao solo e atraindo as partículas negativas. Esse fenômeno, antes considerado raro, ocorre com mais frequência do que se pensava, movendo-se para fora da nuvem em céus claros ou ligeiramente nublados. Diferentemente dos raios negativos, os raios positivos têm origem na parte central e superior das nuvens de tempestade, geralmente pela bigorna, em vez da base. Na avaliação, a questão teve uma taxa de acertos de 56,67% no pré-teste, enquanto no pós-teste esse percentual aumentou para 74,5%, indicando um crescimento de 17,83% na taxa de acertos.

14 - *Quais as fases de um raio?*

a) *Um raio começa com pequenas descargas dentro da nuvem. Estas descargas liberam os elétrons que começarão seu caminho de descida em direção ao solo.*

b) *O raio começa na atmosfera entre a nuvem e o solo liberando grande quantidade de cargas elétricas, devido à diferença de potencial.*

c) *Polarização das nuvens, em seguida o solo, logo a descarga elétrica.*

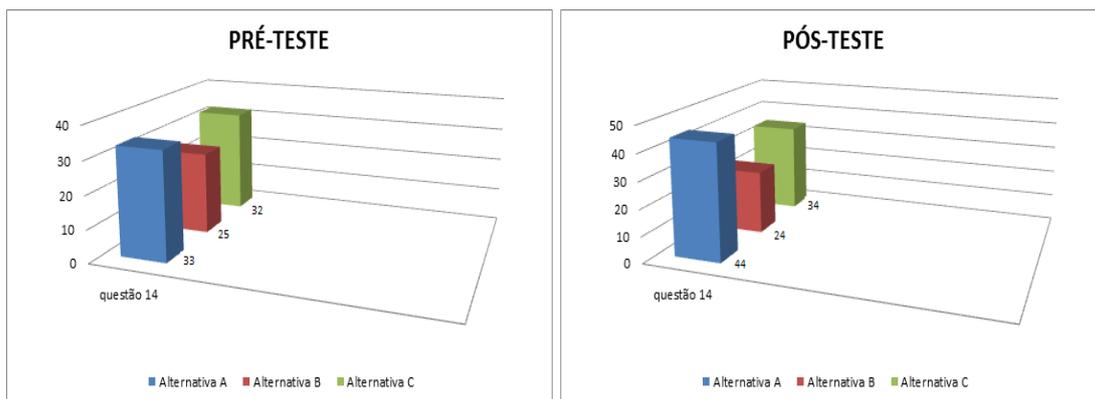


Figura 7.14: Citações tidas como corretas para a questão 14 no pré e pós-teste.

A questão visa ilustrar as fases de um raio. Inicialmente, há a liberação de várias descargas menores a partir do ar ionizado, gerando uma corrente iônica que aumenta à medida que se aproxima do solo. Isso facilita a formação do caminho para o raio. Em seguida, quando a carga iônica se aproxima do solo, ocorre no sentido oposto ao longo desse caminho uma corrente aniônica. Essa descarga é o fenômeno que observamos ou ouvimos e serve para equilibrar as cargas iônicas entre a nuvem e o solo. Na avaliação, a questão teve uma taxa de acertos de 36,67% no pré-teste. No pós-teste, esse percentual aumentou para 43,13%, representando um crescimento de 6,46% na taxa de acertos.

15 – O raio sobe ou desce?

a) Somente sobe.

b) Somente desce.

c) As duas coisas.

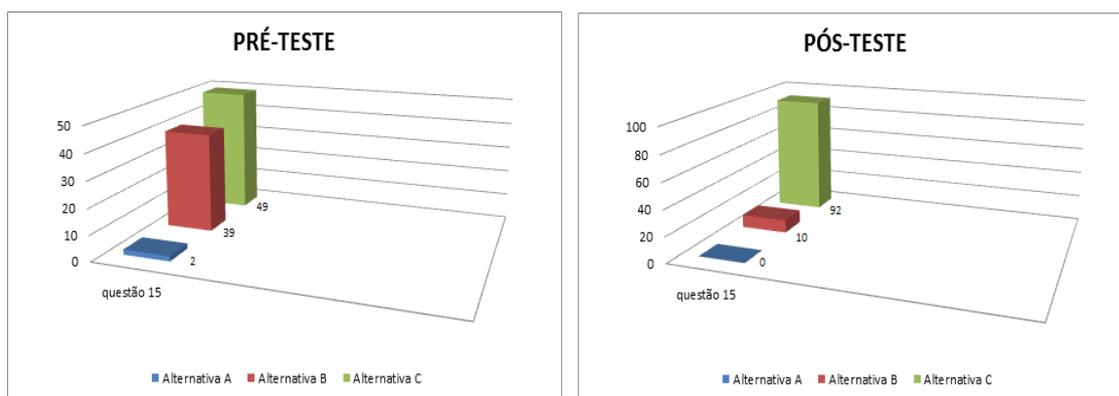


Figura 7.15: Citações tidas como corretas para a questão 15 no pré e pós-teste.

A maior parte dos raios segue uma trajetória descendente. Eventos em que os raios ascendem ocorrem predominantemente em estruturas altas, como o topo de arranha-céus ou antenas em picos de montanhas.

Em relação à avaliação, a questão obteve uma taxa de acertos de 54,44% no pré-teste. Já no pós-teste, esse percentual elevou-se significativamente para 90,19%, indicando um crescimento expressivo de 35,75% na taxa de acertos.

16 - Qual a duração de um raio?

- a) Um raio composto de várias descargas pode durar até 5 segundos.*
- b) Um raio composto de várias descargas pode durar até 2 segundos.*
- c) Um raio composto de várias descargas pode durar até 0,5 segundos.*

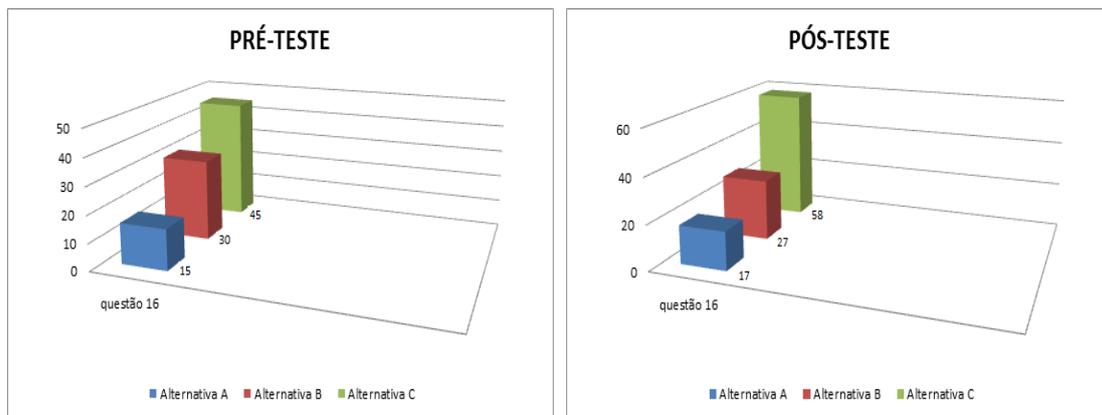


Figura 7.16: Citações tidas como corretas para a questão 16 no pré e pós-teste.

É relevante destacar que um raio, constituído por diversas descargas, pode ter uma duração de até dois segundos. Cada descarga individual que contribui para a formação do raio, entretanto, possui uma duração extremamente breve, na ordem de frações de milésimos de segundos. No que diz respeito à avaliação, a questão registrou uma taxa de acertos de 33,3% no pré-teste. No pós-teste, esse percentual diminuiu para 26,47%, refletindo uma redução de 6,83% na taxa de acertos.

17 - Qual a temperatura de um relâmpago?

- a) A temperatura é igual à temperatura da superfície solar.*
- b) A temperatura é superior a cinco vezes a temperatura da superfície solar, ou seja, a 30.000 graus Celsius.*
- c) A temperatura é inferior a 100° C.*

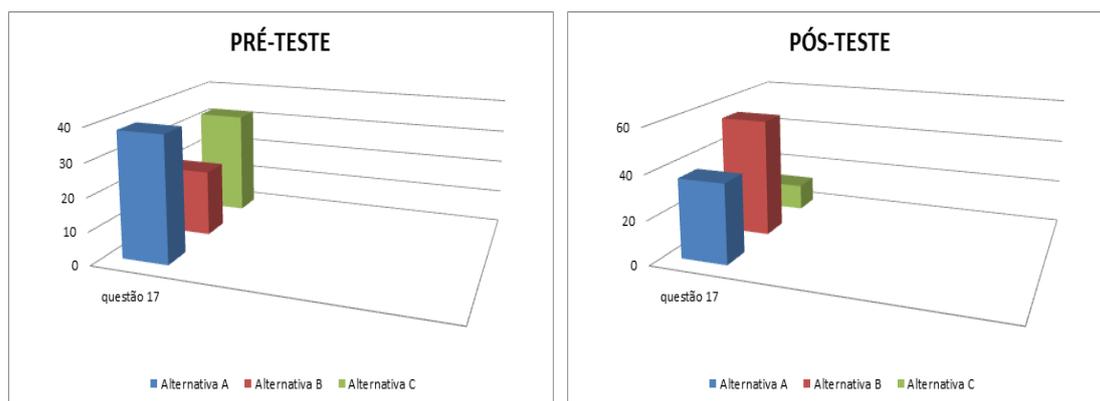


Figura 7.17: Citações tidas como corretas para a questão 17 no pré e pós-teste.

O relâmpago é a emissão intensa de radiação eletromagnética gerada por uma descarga eletrostática na atmosfera. Essa descarga desencadeia uma corrente elétrica de alta intensidade, resultando na ionização do ar ao longo do seu trajeto. Esse processo cria um plasma aquecido que emite radiação eletromagnética. O ar nas proximidades dessa corrente experimenta um aquecimento rápido, alcançando temperaturas de até 27.000 °C. Quanto à avaliação, a questão apresentou uma taxa de acertos de 26,67% no pré-teste. No pós-teste, esse percentual aumentou para 57,84%, representando um notável crescimento de 31,17% na taxa de acertos.

18 - O que é o trovão?

a) É o barulho causado pelo choque entre nuvens.

b) Acredita-se que tanto o raio como o trovão é produzido por colisões entre nuvens.

c) É o rápido aquecimento do ar pela corrente elétrica do raio que produz o trovão.

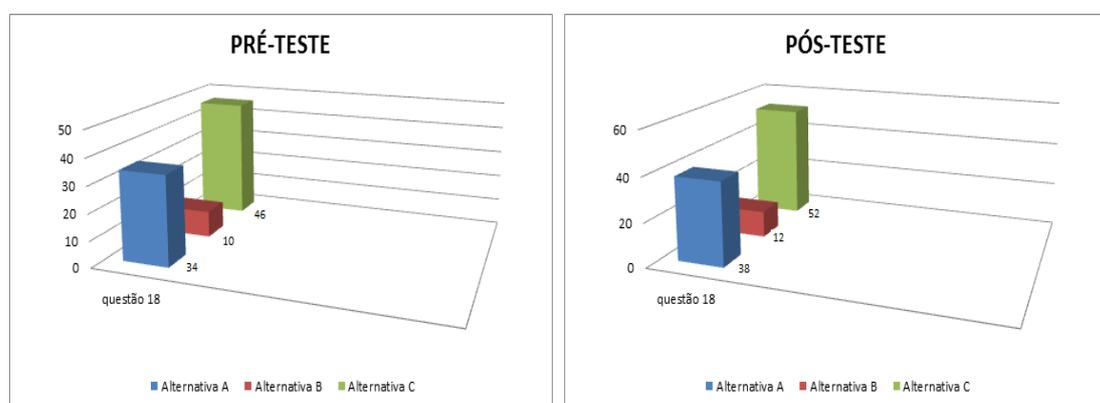


Figura 7.18: Citações tidas como corretas para a questão 18 no pré e pós-teste.

Tudo o que percebemos auditivamente resulta de vibrações no ambiente, que alcançam nossos ouvidos na forma de ondas sonoras. O som associado ao relâmpago é, portanto, uma manifestação dessa vibração no meio externo, originada por uma descarga elétrica intensa entre as nuvens e o solo terrestre. Em relação à avaliação, a questão registrou uma taxa de acertos de 51,11% no pré-teste. No pós-teste, esse percentual manteve-se praticamente estável, atingindo 50,98%, o que representa uma mínima redução de 0,13% na taxa de acertos.

19 - Se o raio dura apenas frações de segundo, por que o trovão é tão longo?

a) O som do trovão inicia-se com a expansão do ar produzida pelo trecho do raio que estiver mais próximo do observador e termina com o som gerado pelo trecho mais distante (sem considerar as reflexões que possa ter).

b) O trovão é uma onda sonora que desenvolve uma pequena velocidade, e um grande tempo de duração.

c) O trovão é consequência da agitação das partículas de ar, devido o seu aquecimento, chegando a uma temperatura de aproximadamente 30.000°C.

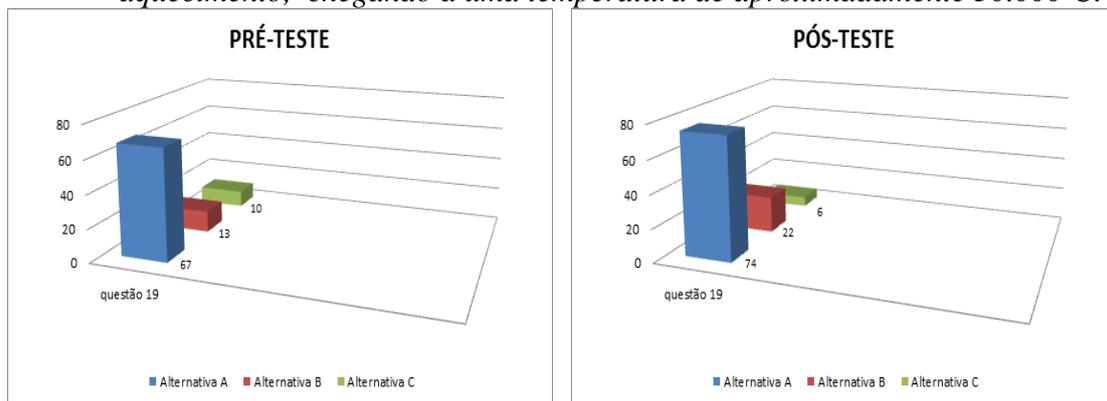


Figura 7.19: Citações tidas como corretas para a questão 19 no pré e pós-teste.

O som do trovão se propaga a partir da expansão do ar causada pelo ponto do raio mais próximo do observador e termina com o som gerado pelo ponto mais distante, sem considerar reflexões. O canal do raio pode estender-se por dezenas de quilômetros, resultando em um atraso significativo entre o som gerado pela extremidade mais distante e aquela mais próxima. Em relação aos resultados do teste, a questão apresentou uma taxa de acerto de 74,44% no pré-teste, que reduziu para 72,54% no pós-teste, representando uma diminuição de 1,9%.

20 - Além da luz, o raio produz alguma outra radiação?

a) Não, apenas luz policromática.

b) O raio produz ondas eletromagnéticas em várias outras frequências, inclusive raios-X.

c) *Sim, tanto ondas sonora como ondas eletromagnéticas.*

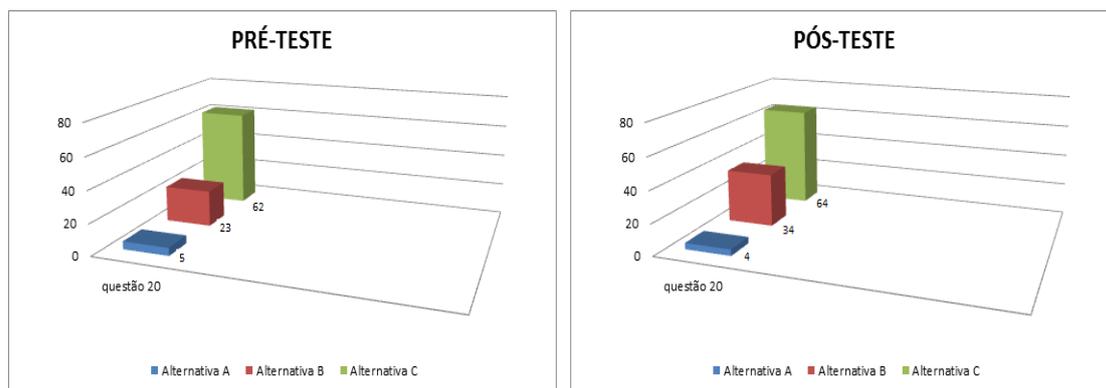


Figura 7.20: Citações tidas como corretas para a questão 20 no pré e pós-teste.

As descargas atmosféricas, além de gerarem luz, também emitem ondas eletromagnéticas em diversas frequências, incluindo raios-X. Em dias de tempestade, é comum ouvirmos ruídos e chiados ao sintonizar uma rádio AM, devido às ondas produzidas pelos raios nessa faixa de frequência. Antenas sincronizadas podem utilizar essas ondas para localizar com precisão a ocorrência de raios. A questão em análise teve uma taxa de acerto de 25,56% no pré-teste, aumentando para 33,33% no pós-teste, representando um crescimento de 7,77%. O objetivo da questão foi expandir o entendimento sobre os diversos tipos de ondas magnéticas presentes no cotidiano. Observou-se que aproximadamente 20% dos alunos não apresentaram progresso na compreensão dos conceitos, possivelmente devido a conceitos ambíguos que foram erroneamente considerados verdadeiros. Além disso, a falta de interesse ao responder o questionário pode ter contribuído para respostas incorretas.

7.1.1 Análise de resultado do questionário de opinião

Após a conclusão das atividades previstas na proposta pedagógica deste projeto, foi aplicado um questionário de opinião, com o intuito de verificar a aceitação das atividades propostas.

O questionário (Apêndice A) contém 14 questões com 36 itens para análise. Os alunos marcaram com um X a(s) alternativa(s) mais condizente(s) com sua opinião. Os gráficos seguintes de colunas expressam as respostas dos alunos em cada questão.

1 – *Você utiliza computador para*

(a) *jogar virtualmente.*

(b) *enviar e receber e-mail.*

(c) *navegar na internet.*

(d) *fazer pesquisas na internet.*

(e) *fazer blogs.*

(f) editar textos e utilizar planilhas eletrônicas.

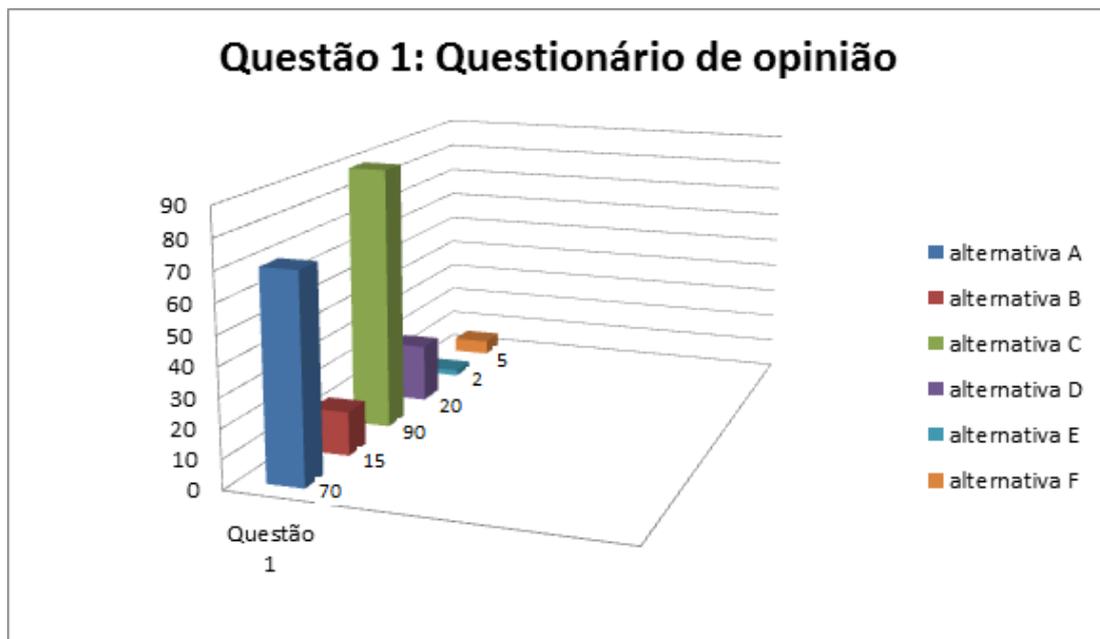


Figura 7.2.1: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 1.

2 – Você possui computador com acesso a internet?

() Sim.

() Não.

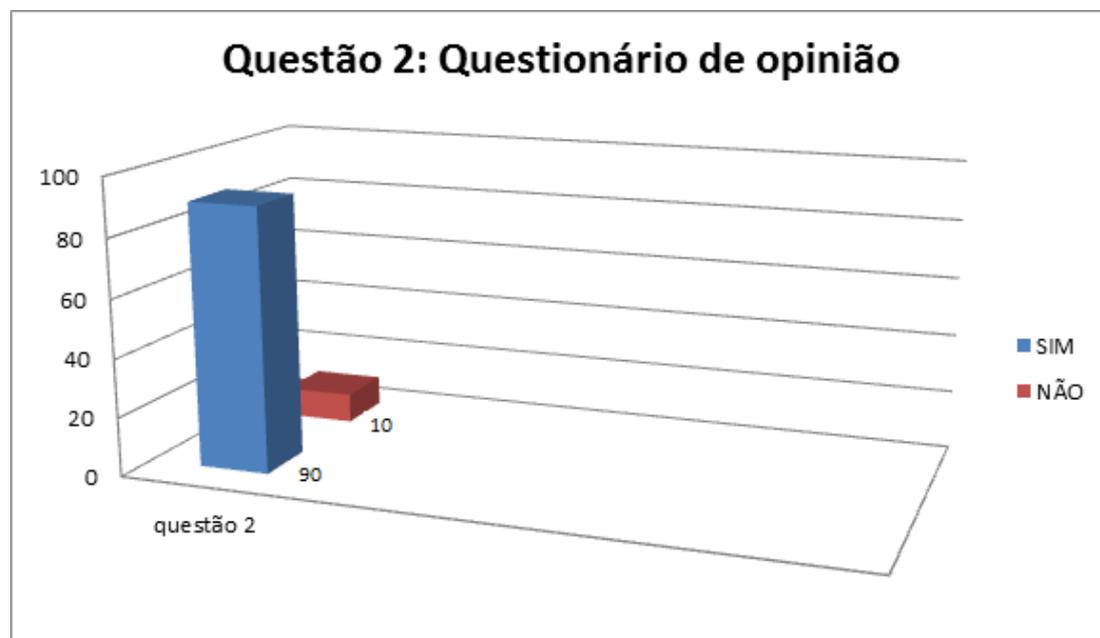


Figura 7.2.2: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 2.

3 – Você utiliza computador para acessar a internet:

() Sim.

() Não.

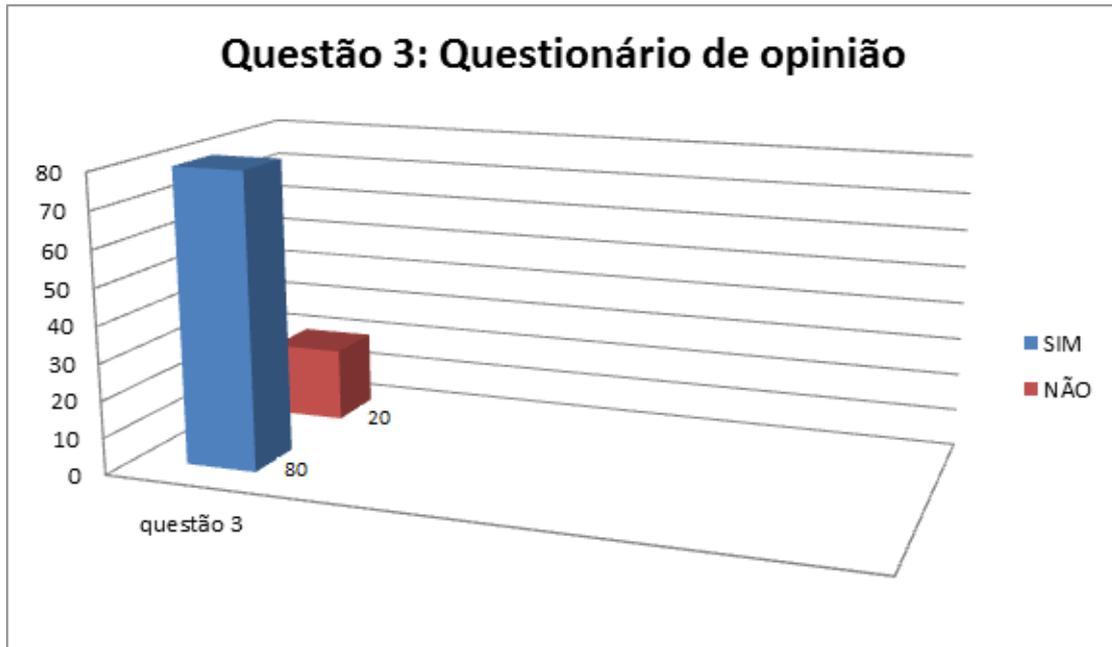


Figura 7.2.3: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 3.

4 – Você tem acesso à internet fora de sua residência?

() Sim. () Não.

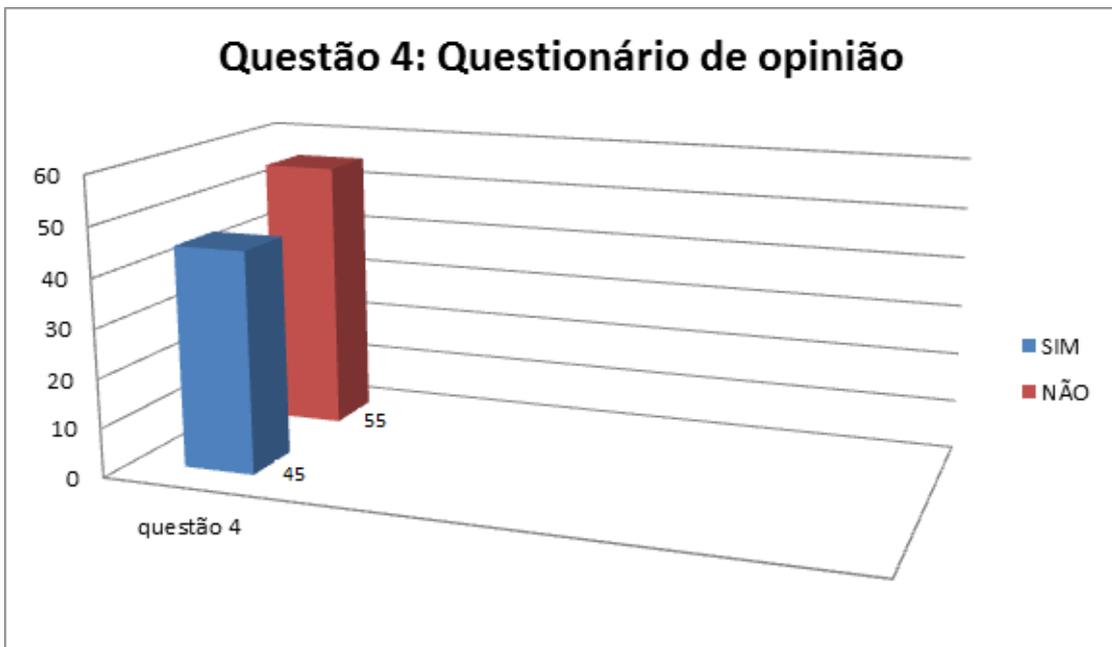


Figura 7.2.4: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 4.

5 – Com que frequência você acessa a internet?

(a) Diariamente. (b) Finais de semana. (c) Às vezes.

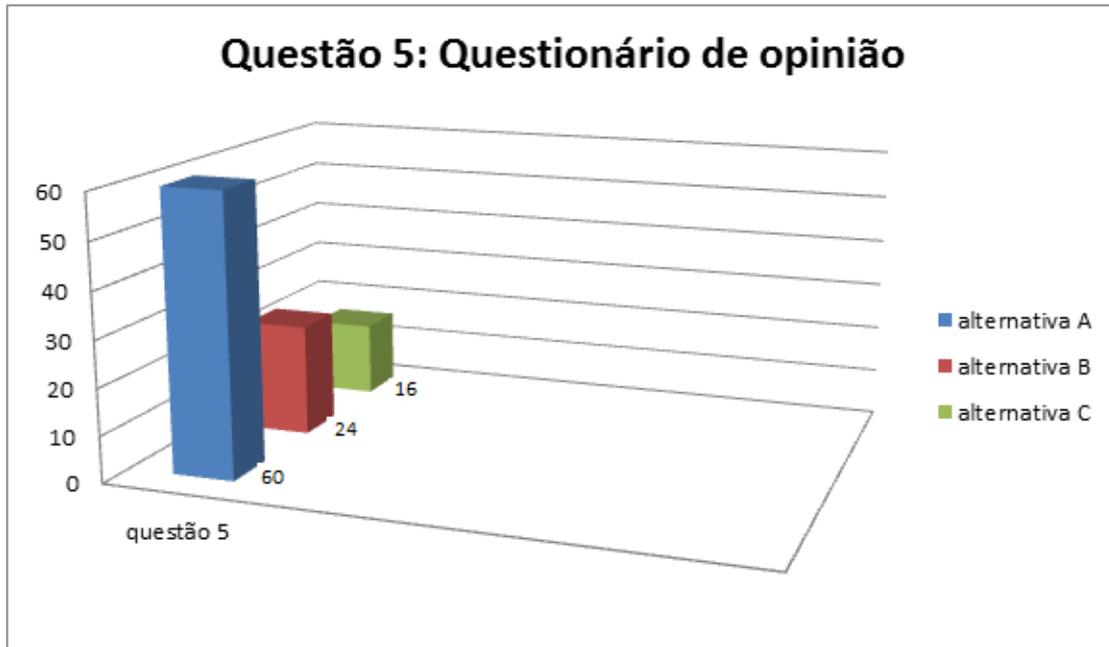


Figura 7.2.5: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 5.

6 – Você já teve em anos anteriores, alguma aula de física em laboratórios de informática?

() Sim. () Não.

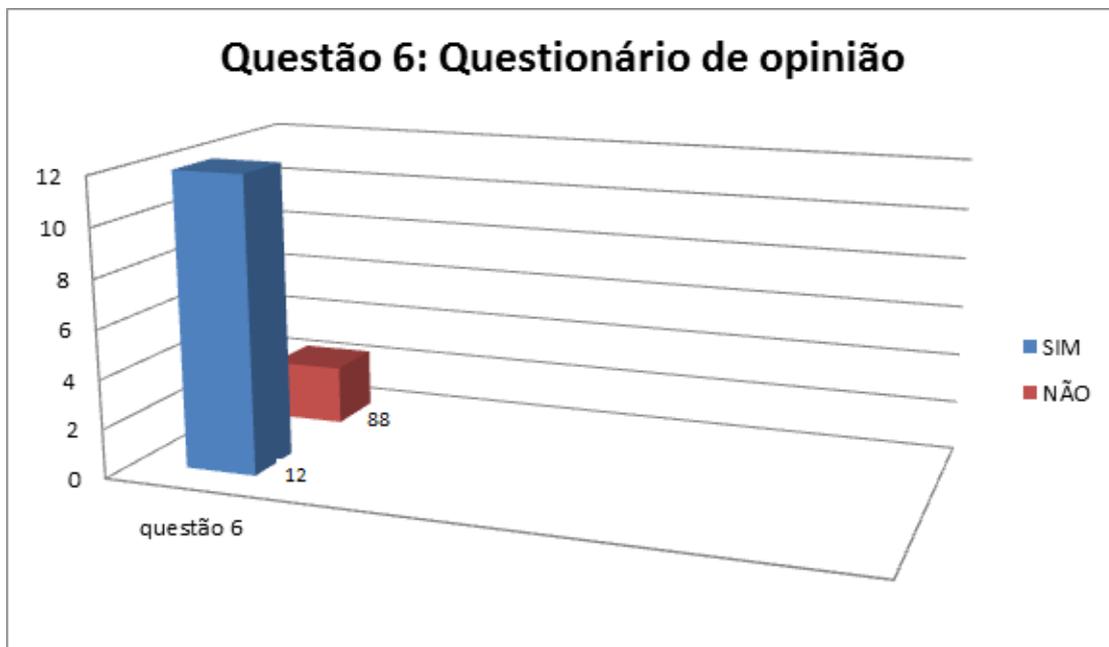


Figura 7.2.6: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 6.

7 – Na sua escola você já utilizou ambientes virtuais como blogs para aprender Física?

() Sim. () Não.

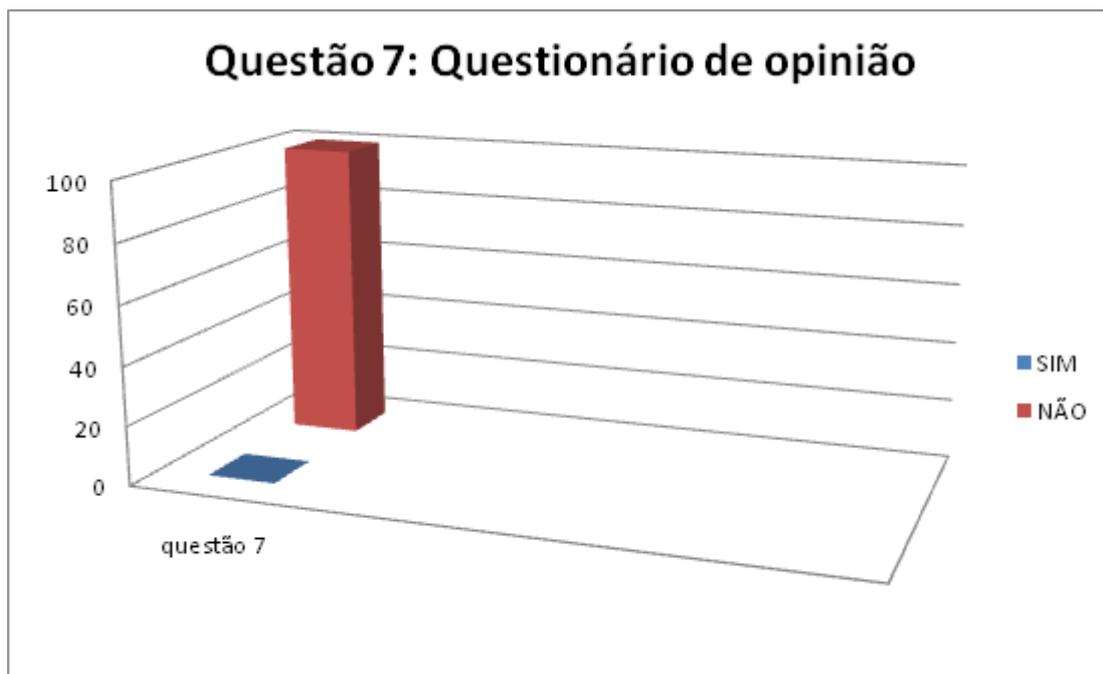


Figura 7.2.7: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 7.

8 – Você gostou de ter utilizado o computador para aprender Física das tempestades?

(a) Sim.

(b) Não.

(c) Mais ou Menos.

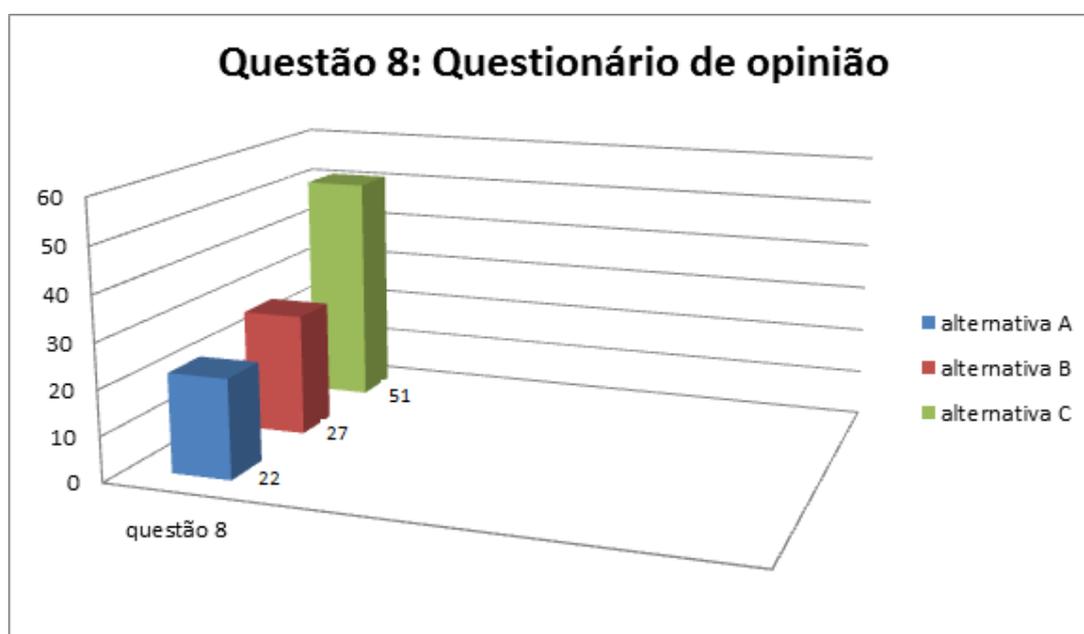


Figura 7.2.8: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 8.

9 – Você gostou de ter aulas de Física no laboratório de informática?

() Sim.

() Não.

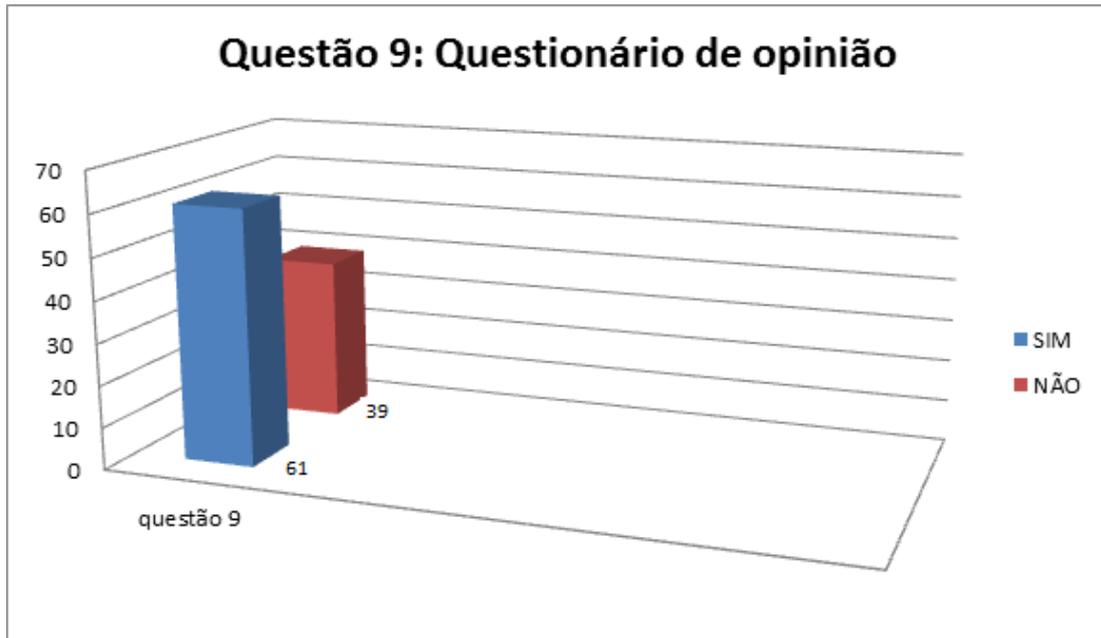


Figura 7.2.9: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 9.

10 – Como você prefere aprender Física?

(a) Através de aulas experimentais.

(b) Através da internet.

(c) Através de aulas expositivas.

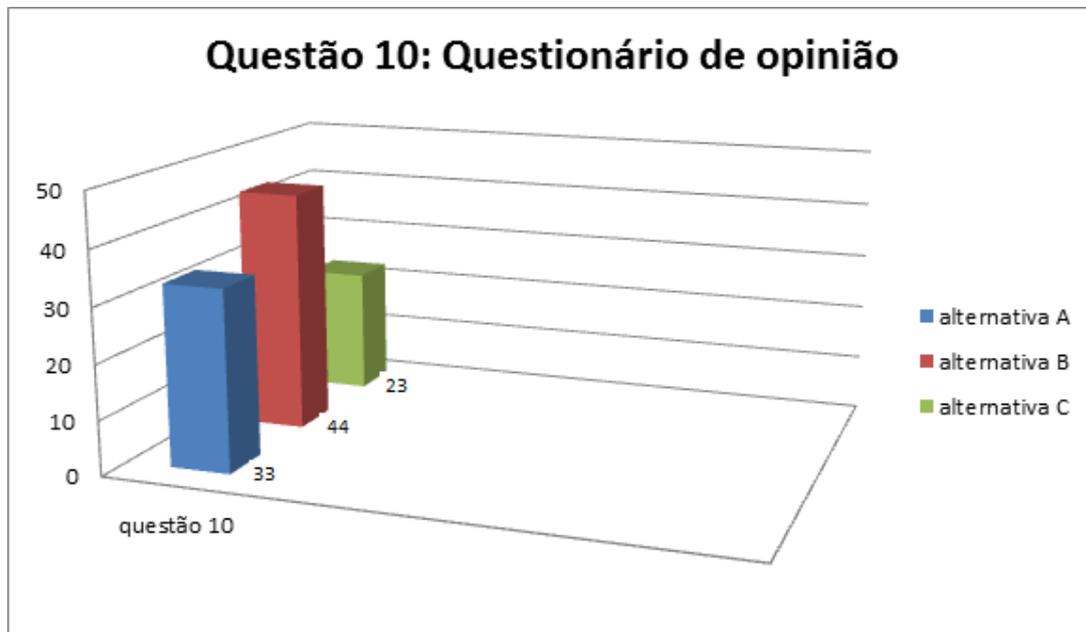


Figura 7.2.10: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 10.

11– Você gostou de trabalhar com blog?

() Sim.

() Não.

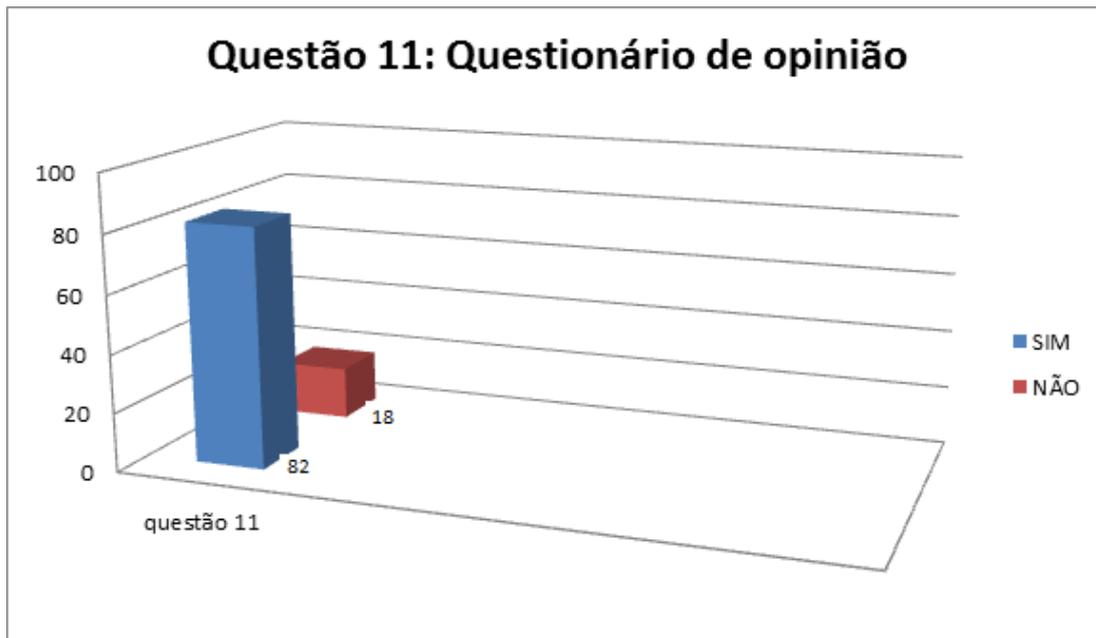


Figura 7.2.11: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 11.

12– Você notou alguma relação entre as questões trabalhadas e o ENEM?

() sim. () não.

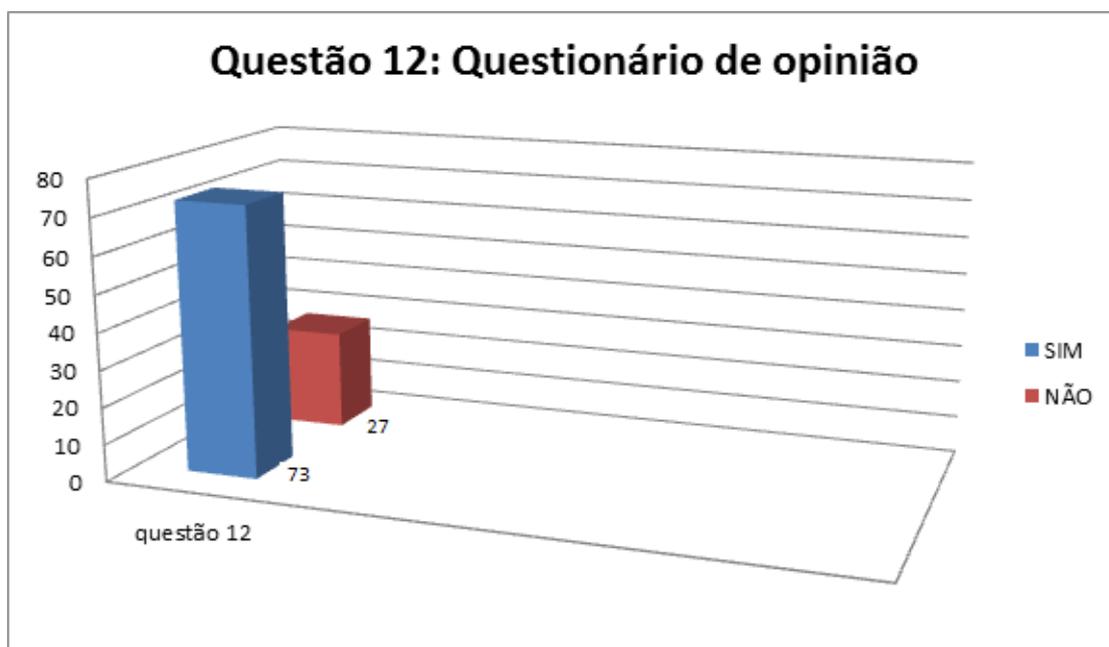


Figura 7.2.12: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 12.

13– Dos itens trabalhados de qual você mais gostou?

- (a) Processos de eletrização.
- (b) Campo elétrico.
- (c) Formação dos raios.

(d) Raios x relâmpagos x trovões.

(e) Para-raios.

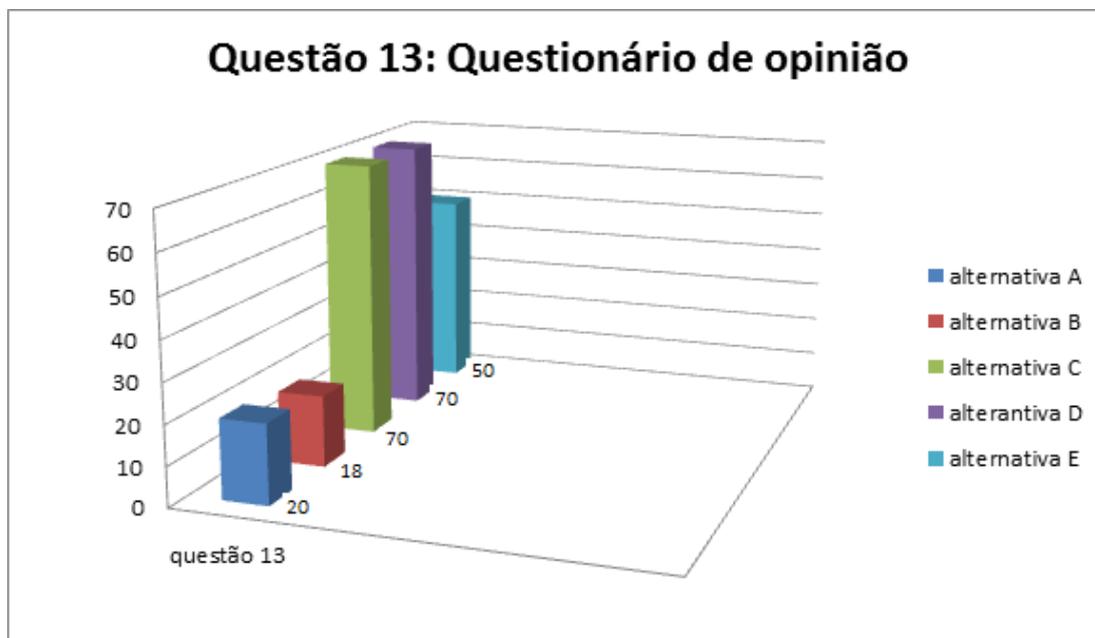


Figura 7.2.13: Citações dos alunos para cada alternativa da questão 13.

O uso de computadores para realização de atividades escolares fez parte da resposta de praticamente todos os alunos envolvidos na aplicação do projeto. De acordo com o questionário de opinião, 90% dos alunos utilizam computadores para realizar pesquisas e para navegar na internet e suas redes sociais.

A partir da questão um, ficou nítida a facilidade dos alunos em utilizar a internet e o computador para realização de pesquisas e também para acesso às redes sociais, facilitando assim a aplicação da proposta que visa uma integração entre os ambientes virtuais e as redes sociais.

Também foi verificado se em anos anteriores à aplicação desta proposta os alunos já tiveram contato com aulas de Física com o auxílio de ambientes virtuais e tecnológicos. Os alunos responderam que não haviam tido nenhum contato com tecnologias em aulas com outros professores de Física.

Na etapa seguinte deste questionário, o objetivo era verificar o grau de satisfação dos alunos na utilização de recursos computacionais no ensino de Física e verificar sua importância no processo de ensino-aprendizagem. Dos 100% de participantes, aproximadamente 61% gostou de utilizar computador para trabalhar os assuntos propostos, bem como a utilização dos ambientes de informática na escola em contraturno com auxílio de monitores.

Com relação ao tipo de aula, 44% dos alunos preferem as aulas com o auxílio do computador e com acesso à internet; outros 33% acham mais interessantes as aulas experimentais com a realização de demonstrações experimentais; e 23% preferem as aulas expositivas, com recursos de lousa e pincel.

Ao final do questionário, foi deixado um espaço para comentários, sugestões ou críticas a respeito das atividades desenvolvidas. Logo abaixo, seguem as opiniões de alguns alunos, de acordo com seu próprio linguajar:

Aluno 1: “As aulas expositivas com projeções e o auxílio do computador foi muito interessante para nossa aprendizagem.”

Aluno 2: “Foi muito bom, consegui aprender muito, mas queria mais aulas práticas com a utilização de outros fenômenos da natureza e do nosso dia-a-dia.”

Aluno 3: “Achei muito legal trabalhar com blogs.”

Aluno 4: “A ligação entre o blog e fecebook foi muito legal, para que a informação chegasse mais rápida.”

Aluno 5: “Não gostei de trabalhar com ambientes virtuais, pois prefiro aulas expositivas.”

Aluno 6: “As aulas foram muito interessantes, principalmente os documentários construídos pelos colegas.”

Aluno 7: “Gosto muito das aulas de física e o professor fala a nossa língua.”

Aluno 8: “As atividades foram muito legais.”

Aluno 9: “O canal do you tube ficou muito legal, só esta faltando mais vídeos.”

Aluno 10: “As aulas com o auxílio de documentários e com a liberação da internet para pesquisa contribuiu muito para o nosso trabalho.”

Aluno 11: “As atividades realizadas em grupo são muito importantes para uma maior interação entre os colegas de sala de aula.”

Aluno 12: “Eu acho que mais aulas poderiam ser assim com o auxílio da informática.”

Aluno 13: “A ideia de formar o próprio material é muito legal.”.

Aluno 14: “A criação do blog achei um ideia fantástica, e saber que os nossos trabalhos serão publicadas, foi maneiro.”.

Aluno 15: “A proposta foi ótima, é esse negócio de ficar sentado esperando o professor fazer tudo é um saco, agora participar do trabalho onde a maior parte somos nossos de iremos fazer achei bom.”.

Aluno 16: “Escola é muito chato, agora essas novas maneiras de trabalhar achei muito bom sai da rotina.”.

Aluno 17: “O resultado do nosso trabalho foi muito gostoso de se ver.”.

Aluno 18: “Gostei bastantes das tarefas extra classe de observar fenômenos da natureza, realizar entrevista com pessoas mais antigas para verificar suas crenças achei muito legal.”.

A partir dos resultados encontrados, fica claro que é muito importante que os professores estejam sempre tentando inovar e utilizando a internet como ferramenta de aprendizagem para tentar fazer das aulas um ambiente agradável e desejável para poder atingir o objetivo, que é uma aprendizagem significativa.

Capítulo 8.

Considerações finais

De um modo geral, o ensino de Física vem enfrentado sérios problemas, muitas vezes pela falta de recursos financeiros, falta de espaços físicos adequados ou por um mal preparo por parte dos profissionais da Educação, e também por não ter o apoio da família na participação da vida escolar. Desta forma, fica o professor responsável por inovar e buscar suprir tais carências para poder oferecer um ensino de qualidade e otimizar o ensino e a aprendizagem em sua totalidade.

A inclusão de instrumentos tecnológicos no ensino de Física, através dos ambientes de bate-papo, é uma alternativa para melhorar a relação entre os professores e os alunos, pois proporciona um ambiente de igualdade entre as partes envolvidas no processo de ensino, visto que o aluno fica mais à vontade para expor sua opinião e sugestões sobre como o conteúdo pode ser melhor trabalhado.

O uso de tecnologia no ensino de Física na educação básica proporciona uma aprendizagem mais dinâmica, por apresentar de forma lúdica o conteúdo, atraindo a atenção do aluno para a observação de fenômenos da natureza como a formação de raios durante as tempestades tornando o ensino significativo, uma vez que o conceito deixa o campo abstrato e torna-se visível. Assim, a forma escolhida e compartilhada ajuda a despertar o espírito crítico e investigativo do estudante. A integração do aluno com o blog facilita a aquisição de conceitos por apresentar um espaço de troca de informações pois o aluno participa de forma rápida e direta com o professor a todo instante, seja pelo *Facebook* ou pelo canal do *YouTube* com o objetivo de formar conceitos corretos sobre os fenômenos da natureza.

A aplicação do projeto aconteceu em três turmas de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública de João Pinheiro – MG, Escola Estadual Quintino Vargas, com a participação de 102 alunos, com faixa etária entre 16 e 17 anos. O projeto foi aplicado no período de abril a junho de 2016 com aproximadamente 16 horas/aulas para cada turma, além do período destinado a atividades extraclasse.

O tema de Eletrostática, com ênfase na Formação de Relâmpagos em Tempestades, inclui tópicos em cinco unidades de aprendizagem sobre processos de eletrização, campo elétrico, formação dos raios, equipamentos de proteção contra descargas elétricas (para raios e SPDA). Além de trabalhar com meios de comunicação virtual, foram trabalhados em paralelo os demais conteúdos propostos pelo planejamento anual previsto

pelo projeto político pedagógico da escola.

Seguindo a teoria de Ausubel, pode-se perceber que durante a realização das atividades, os alunos interagiam ativamente entre si, tendo o professor como seu mediador, visto que os trabalhos foram realizados em grupo para melhorar integração dos alunos e também estimular as inteligências múltiplas, buscando o enriquecimento dos trabalhos a serem desenvolvidos.

Na aplicação do projeto, foram trabalhadas questões que visam explorar situações do cotidiano do aluno, através de atividades extraclasse de observação da formação de raios durante as tempestades. Assim, foram realizados debates nas aulas práticas, todas as estratégias de ensino e aprendizagem que foram desenvolvidas visaram o desenvolvimento da criatividade e a capacidade de associação para relacionar uma nova situação com conceitos estudados anteriormente.

Um dos objetivos deste trabalho foi fazer das aulas de física um ambiente agradável e desejável para uma melhor compreensão dos fenômenos da física, estabelecendo relação entre os conceitos teóricos e sua aplicação na observação de fenômenos do seu cotidiano. Para tanto, foram confrontados com diversas situações durante a aplicação das atividades, gerando momentos de discussão, à medida que novos fenômenos eram apresentados e confrontados com as concepções prévias. Ao final das atividades, pôde-se perceber que ocorreu uma evolução conceitual.

Através dos resultados obtidos pelo pré-teste e no pós-teste, verificou-se a eficácia desta proposta, mesmo contemplando alunos de três turmas distintas com perspectivas e conceitos prévios distintos. Com relação às questões dos guias de atividades, perceberam-se diferentes níveis cognitivos, inclusive na mesma turma, pois nota-se a preocupação de alguns com relação a sua formação e aprendizado e outros por sua vez não demonstraram interesse, não se preocupando com a realização de trabalhos escolares.

Também ficou evidente o crescimento dos alunos após a realização do pós-teste ao marcarem a alternativa cientificamente correta caracterizando um ganho de aprendizagem. Porém, em algumas questões houve predomínio de conceitos ambíguos como sendo corretos.

Com relação ao questionário de opinião, boa parte dos alunos demonstrou muito interesse pelas aulas utilizando os ambientes virtuais, não só pelo aprendizado, mas também pela diferente metodologia de ensino aplicada, através de aulas mais interessantes e criativas, despertando o interesse pela pesquisa e a descoberta. Também pôde ser constatado que alguns alunos demonstravam muito interesse pelas aulas práticas,

mas perdiam o interesse pelas aulas convencionais, a popular aula expositiva e pela realização de atividades. Ao final de cada UA (Unidade de Aprendizagem), trabalhavam com o tópico Física do Cotidiano, demonstravam novamente muito interesse, por se tratar de fenômenos naturais que acontecem no seu dia-a-dia. Porém, houve uma pequena parcela de alunos que se mostrou indiferente à nova metodologia, demonstrando também o mesmo desinteresse pelas aulas expositivas.

Acredita-se que, mesmo não atingindo cem por cento dos alunos, o uso de ambientes virtuais deve ser incorporado à metodologia usada no ensino de Física, não apenas por se tratar de uma ferramenta riquíssima e eficaz para diversificação do ensino, mas também por ser atual e fazer parte do dia a dia dos jovens.

O material desenvolvido e metodologia aplicada tiveram por base os referenciais teóricos de D. Ausubel e Jean Piaget. O produto educacional deste projeto de mestrado foi o *Blog* com as páginas de *Facebook* e o canal do *YouTube* com o conteúdo de Física Eletrostática, distribuído em cinco módulos didáticos, com aulas expositivas, com sugestões de documentários, listas de exercícios, vídeos e aulas, todos elaborados pelos alunos.

O *blog* foi construído com a participação ativa dos alunos, sendo um canal de ligação entre professor e aluno, além de também ser utilizado por outros educadores. Espera-se, assim, contribuir para melhorar o ensino de Física Eletrostática e difundir o uso de ambientes virtuais, tanto em escolas públicas, como também escolas particulares.

Referências Bibliográficas

Arcos – artigos e publicações. Disponível em < <http://www.arcos.org.br/artigos/>> acesso em setembro de 2016

BRASIL. LDB: *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996*. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/19394.html>

Acesso: em janeiro de 2015

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental e Médio. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação Secretaria de Educação Média e Tecnológica PNC+, *Blog como recurso didático pedagógico no ensino de ciências: as tecnologias de ensino na era dos nativos digitais*. Disponível em <www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1418-1.pdf> acesso em julho de 2016.

Blog natura para você. Disponível em < <http://www.blognaturaparavoce.blogspot.com/.../silva-e-albuquerque-2009-elencam-cinco.htm>> acesso em outubro de 2016.

CANTINI, Marcos Cesar, BORTOLOZZO. Ana Rita Serenato.FARIA, Daniel da Silva.

COC - Sistema de Ensino. Disponível em <www.coceducacao.com.br> acesso em agosto de 2016.

ENSINO MÉDIO: *Orientações educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília 2002 disponível em <http://www.sbfisica.org.br/ensino/pcn.html>

FABRICIO, Fernanda Biazetto Vilar. BASZTABIN, Rogério. MATOS, Elizete. *O desafio do professor frente as novas tecnologias*. Disponível em <<http://www.blognaturaparavoce.blogspot.com.br>>

GIORDAN, M. *Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados*. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2008.

LOPES, Renata Jaguaribe Pontes e CASTRO, José Aires Filho. *O uso de blog como ferramenta de ensino-aprendizagem por professores participantes do Projeto Um computador por aluno (UCA)*. 2011 Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

MAGALHÃES, S. e TENREIRO – VIEIRA, C. (2006). *Educação em Ciências para um articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Uma programa de formação de professores*. Revista Portuguesa de Educação, 19(2), 85-110.

MANTOVANI, A. (2006). *Blogs na Educação: Construindo Novos Espaços de Autoria na Prática Pedagógica*. Revista Prisma.com, 3 327-349

MARIA, SILVANA TRAVASSOS. *O uso de um blog como ferramenta de apoio no processo de ensino Aprendizagem no ensino superior. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e tecnologia Mestrado Profissional em Educação Científica e Tecnológica*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa 2013

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora da UnB, 2006. 185p.

MOREIRA, M. A. MASINI, E. A. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1982. 112p. São Paulo: Centauro, 2006. 109p.

MOREIRA, Marco Antônio, 1942, Teoria da Aprendizagem – 2ª ed. São Paulo: E.P.U., 2014

MUNHOZ, Vinicius Fraga. CARDOSO, Priscila Moraes de Souza. CRISTINA, Silvia de Souza Trajano. MARIA, Stella Maffra. RANGEL, Valéria Soares, VALLORY, Wallace Nunes. LOPES, Alexandre de Oliveira. *Blog como recurso didático pedagógico no ensino de ciências: As tecnologias de ensino na era dos nativos digitais*. IFRJ – Instituto Federal do Rio de Janeiro

SILVA, A. (2008). *Blog educacional: O Uso das Novas Tecnologias no Ensino*. Vertentes, São João del-Rei: UFSJ, 31, p. 75-84, jan./jun. 2008.

O Uso da Informática no Ensino de Física de Nível Médio Documento:
Dissertação de Mestrado <http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/coelho/infensfismed.pdf>

Webnode. Disponível em <www.webnode.com.br> acesso em julho de 2016.

www.lightning.dge.inpe.br

SILVA, A. (2008). *Blog educacional: O Uso das Novas Tecnologias no Ensino*.
Vertentes, São João del-Rei: UFSJ, 31, p. 75-84, jan./jun. 2008.

REAL e FERREIRA, (2014), *Métodos de Investigação – Da Interrogação à descoberta Científica*. Via Econômica – Editorial, AS.

<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/eletrizacao-eletrizacao-por-atrito-contato-e-inducao.htm>

<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=592>

https://pt.wikipedia.org/wiki/Processos_de_eletriza%C3%A7%C3%A3o

Brazil Astronomy – WordPress.com-Quarks

Livro didático: SAS

Brainly - eletrização

Apêndice A – Questionário de opinião para avaliação da proposta

Questionário de opinião para avaliação da proposta de trabalho.

Marque com um X a opção que apresenta, em sua opinião, a alternativa correta.

1 – Você sabe utilizar computador para:

- () Jogar virtualmente.
- () Enviar e receber e-mail.
- () Navegar na internet.
- () Fazer pesquisas na internet.
- () Fazer blogs.
- () Editar textos e utilizar planilhas eletrônicas.

2 – Você possui computador com acesso à internet?

- () Sim. () Não.

3 – Você utiliza computador para acessar a internet?

- () sim. () Não.

4 – Você tem acesso à internet fora de sua residência?

- () Sim. () Não.

5 – Com que frequência você acessa a internet?

- () Diariamente. () Finais de semana. () Às vezes.

6 – Você já teve em anos anteriores, alguma aula de física em laboratórios de informática?

- () Sim. () Não.

7 – Na sua escola você já utilizou ambientes virtuais como blogs para aprender Física?

- () Sim. () Não.

8 – Você gostou de ter utilizado o computador para aprender Física das tempestades?

- () Sim. () Não. () Mais ou menos.

9 – Você gostou de ter aulas de Física no laboratório de informática?

- () Sim. () Não.

10 – Como você prefere aprender Física?

- () Aulas experimentais. () Através da internet. () Aulas expositivas.

11 – Você gostou ter trabalho com blogs?

- () Sim. () Não.

12 – Você notou alguma relação entre as questões trabalhadas e o ENEM?

Sim. Não.

13 – Dos itens trabalhados o que mais você gostou?

Processos de eletrização.

Campo elétrico.

Formação dos raios.

Raios – relâmpagos-trovões.

Para-raios.

14 – Opinião dos alunos sobre as atividades desenvolvidas:

Apêndice B – *Blog* <fisicacemporcento.blogspot.com.br>, página do *facebook* e canal do *you tube* (Física sem fronteiras) com o material instrucional

Apêndice C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para alunos

Projeto de Pesquisa apresentado na Disciplina de Projeto Orientado do Curso de Mestrado Profissionalizante de Ensino de Física do MNPEF Instituto de Física da Universidade de Brasília.

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e esclarecido, autorizo a participação do(a) aluno(a) _____, devidamente matriculado no ano de 2016 na Escola Estadual Quintino Vargas, a participar da pesquisa: ESTUDOS DE ELETROSTÁTICA COM ÊNFASE NA FORMAÇÃO DE TEMPESTADES CONTEXTO DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA. Fui informado (a), de forma clara e detalhada, livre de qualquer constrangimento e coerção, dos objetivos, da justificativa e dos procedimentos da mesma. Fui especialmente informado (a):

- 1) Da garantia de receber, a qualquer momento, resposta a toda pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida acerca da pesquisa e de seus procedimentos.
- 2) Da liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e retirar a participação do aluno (a), sem que isso lhe traga qualquer prejuízo.
- 3) Da garantia de que o (a) aluno (a) quando da divulgação dos resultados e que as informações obtidas serão utilizadas apenas para fins científicos vinculados à pesquisa.
- 4) Do compromisso do pesquisador de proporcionar-me informações atualizadas obtidas durante o estudo, e se for de minha vontade posso continuar permitindo a participação do (a) aluno (a) ou ainda posso impedir sua participação sem que isso me cause prejuízos.
- 5) Que a mesma será desenvolvida sob a responsabilidade do pesquisador abaixo relacionado.
- 6) Da inexistência de despesas e custos para o (a) aluno (a).
- 7) Publicação dos vídeos desenvolvidos pelos alunos na pagina oficial do *blog*.

Por ser verdade, firmo o presente, João Pinheiro, MG 02 de Março de 2016.

Assinatura do responsável legal do aluno (a)

Pesquisador: Ueslei Aparecido Soares Masp. 604328-5 Fone(38)998329745

Anexo 1 – Teste de concepções prévias

Projeto de Pesquisa apresentado na Disciplina de Projeto Orientado do Curso de Mestrado Profissionalizante de Ensino de Física do MNPEF Instituto de Física da Universidade de Brasília.

Nome do aluno:

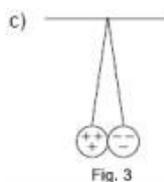
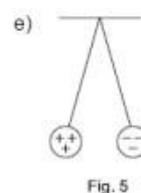
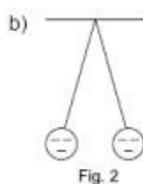
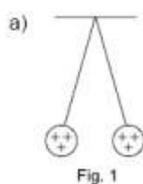
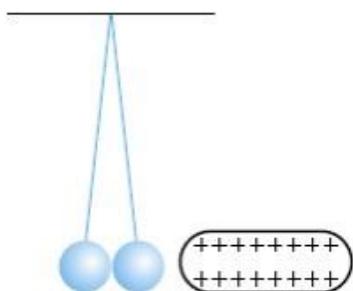
Data:

Analise atentamente cada uma das questões e marque com um X a alternativa correta.

1-No contato entre um condutor eletrônico A, eletrizado positivamente, e outro B, neutro, haverá passagem de:

- a) prótons de A para B.
- b) elétrons de B para A.
- c) elétrons de A para B.

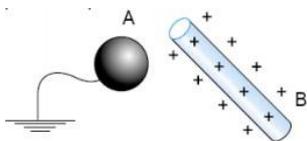
2 - Duas esferas metálicas, muito leves, estão penduradas por fios perfeitamente isolantes, em um ambiente seco, conforme mostra a figura a seguir. Uma barra metálica, positivamente carregada, é encostada em uma das esferas e depois afastada. Após o afastamento da barra, qual deve ser a posição das esferas, sabendo que a carga inicial delas é nula?



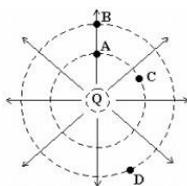
3 - A figura abaixo representa um condutor A, eletricamente neutro, ligado à Terra. Aproxima-se de A um corpo B carregado positivamente. Pode-se afirmar que:

- a) Os elétrons da Terra são atraídos para A.

- b) Os elétrons de A escoam para a Terra.
- c) Os prótons de A escoam para a Terra.

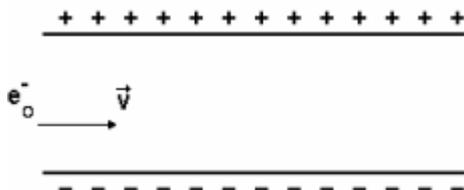


4 - (UFV-1996) Na figura estão representadas algumas linhas de força do campo criado pela carga Q . Os pontos A, B, C e D estão sobre circunferências centradas na carga. Assinale a alternativa FALSA:



- a. Os potenciais elétricos em A e C são iguais.
- b. O potencial elétrico em A é maior do que em D.
- c. O campo elétrico em B é mais intenso do que em A.

5 - (UFMG-1994) Observe a figura.



Nessa figura, duas placas paralelas estão carregadas com cargas de mesmo valor absoluto e de sinais contrários. Um elétron penetra entre essas placas com velocidade v ρ paralela às placas. Considerando que APENAS o campo elétrico atua sobre o elétron, a sua trajetória entre as placas será:

- a. Um arco de circunferência.
- b. Um arco de parábola
- c. Uma reta inclinada em relação às placas.

6 - Como as nuvens se formam?

- a. A origem de uma nuvem está no calor que é irradiado pelo Sol, evaporando a água que em regiões mais frias da atmosfera o vapor se condensa formando minúsculas gotinhas de águas que compõem então as nuvens.
- b. Se forma devido as zonas de precipitação das camadas atmosféricas de baixa e alta temperatura.
- c. A água após o fenômeno da evaporação atinge grandes altitudes onde devido a grande inversão térmica ocorre a cristalização da água.

7 - Todas as nuvens produzem relâmpagos?

- a. Sim. Possuem os ingredientes necessários para produzir relâmpagos.
- b. Não. Somente as nuvens de tempestades, conhecidas como cumulonimbus.

8 - Que aspecto tem as nuvens de tempestade?

- a. Estas nuvens são enormes. E o seu topo esta acima da estratosfera.
- b. Normalmente têm a sua base escura, pois a luz solar é absorvida e espalhada pelas partículas de água e gelo de que são formadas.
- c. A diferença entre tempestade e uma bomba: é que a bomba atômica libera toda sua energia em uma fração de segundo, enquanto uma tempestade o faz durante um período de muitos minutos ou várias horas.

9 – Por que as nuvens se eletrificam?

- a. A eletrificação surge da colisão entre partículas de gelo, água e granizo na superfície das nuvens.
- b. A maioria das nuvens de tempestade tem um centro de cargas negativas embaixo e um centro de cargas positivas na sua parte superior devido a colisão de suas partículas.
- c. Algumas nuvens apresentam também um pequeno centro de cargas positivas próximo à sua base, por causa do atrito com o ar onde a nuvem perde elétrons.

10 - Por que existem relâmpagos?

- a. Devido a grande concentração de energia entre a nuvem e o solo o ar se torna condutor promovendo a propagação de corrente elétrica.
- b. A maioria das descargas (80%) ocorre fora da nuvem, devido a indução de cargas opostas no solo.
- c. Quando à concentração de cargas no centro positivo e negativo da nuvem cresce muito, o ar que os circunda já não consegue isolá-los eletricamente.

11 - Como funciona, o para-raios?

- a) Um para-raios nem atrai nem repele os raios.
- b) Atrai raios.
- c) Repele os raios.

12 - Quais os tipos de relâmpagos?

- a. O tipo mais frequente dos raios é o ascendente, acontece a partir de estruturas altas no chão (arranha-céus) ou no topo de montanhas (torres, antenas).
- b. Os raios ascendentes têm sua ramificação voltada para baixo, e apresentam um deslocamento entre nuvens.
- c. Os que não tocam o solo podem ser basicamente de três tipos: dentro da nuvem, da nuvem para o ar e de uma nuvem para outra.

13 - Existem raios positivos e negativos?

- a. Não. Somente raios portadores de cargas negativas.
- b. Não. Devido a sua polarização pode provocar apenas o deslocamento de cargas positivas.
- c. Sim. Os raios têm a sua polaridade atribuída conforme o tipo de carga que neutralizam na nuvem.

14 - Quais as fases de um raio?

- a. Um raio começa com pequenas descargas dentro da nuvem. Estas descargas liberam os elétrons que começarão seu caminho de descida em direção ao solo.

- b. O raio começa na atmosfera entre a nuvem e o solo liberando grande quantidade de cargas elétricas, devido a diferença de potencial.
- c. Polarização das nuvens, em seguida o solo, logo a descarga elétrica.

15 – O raio sobe ou desce?

- a) Somente sobe
- b) Somente desce
- c) As duas coisas

16 - Qual a duração de um raio?

- a. Um raio composto de várias descargas pode durar até 5 segundos.
- b. Um raio composto de várias descargas pode durar até 2 segundos.
- c. Um raio composto de várias descargas pode durar até 0,5 segundos.

17 - Qual a temperatura de um relâmpago?

- a. A temperatura é inferior à temperatura da superfície solar.
- b. A temperatura é superior a cinco vezes a temperatura da superfície solar, ou seja, a 30.000 graus Celsius.
- c. A temperatura é inferior a 100° C.

18 - O que é o trovão?

- a. É o barulho causado pelo choque entre nuvens.
- b. Acredita-se que tanto o raio como o trovão é produzido por colisões entre nuvens.
- c. É o rápido aquecimento do ar pela corrente elétrica do raio que produz o trovão.

19 - Se o raio dura apenas frações de segundo, porque o trovão é tão longo?

- a. O som do trovão inicia-se com a expansão do ar produzida pelo trecho do raio que estiver mais próximo do observador e termina com o som gerado pelo trecho mais distante (sem considerar as reflexões que possa ter).
- b. O trovão é onda mecânica e possui velocidade de 340m/s.
- c. O relâmpago é onda eletromagnética e possui velocidade de 300.000km/s.

20 - Além da luz, o raio produz alguma outra radiação?

- a. Não, apenas luz policromática.
- b. O raio produz ondas eletromagnéticas em várias outras frequências, inclusive raios-X.
- c. Sim, tanto ondas sonora como ondas eletromagnéticas.

REFERÊNCIAS:

- As questões 01, 02, 03, 04, 05 foram retiradas da seguinte referência:
projetomedicina.com.br/site/attachments/.../011_fisica_eletrizacao.pdf
- As questões 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 foram retiradas da seguinte referência: Marcelo M.F. Saba, Pesquisador do Grupo de eletricidade Atmosférica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Anexo 2 – Teste de consolidação da proposta pedagógica

Projeto de Pesquisa apresentado na Disciplina de Projeto Orientado do Curso de Mestrado Profissionalizante de Ensino de Física do MNPEF Instituto de Física da Universidade de Brasília.

Nome do aluno:

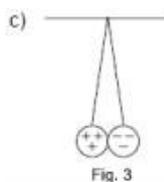
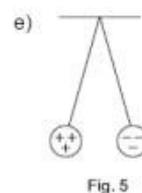
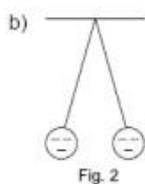
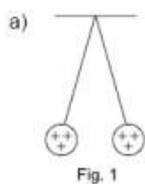
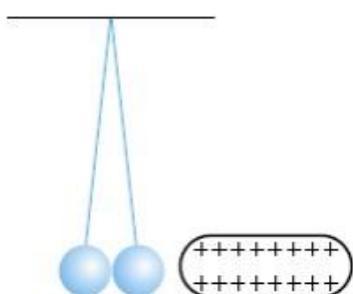
Data:

Analise atentamente cada uma das questões e marque com um X a alternativa correta.

1-No contato entre um condutor eletrônico A, eletrizado positivamente, e outro B, neutro, haverá passagem de:

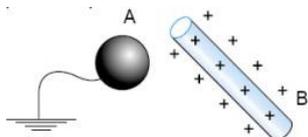
- a) prótons de A para B.
- b) elétrons de B para A.
- c) elétrons de A para B.

2 - Duas esferas metálicas, muito leves, estão penduradas por fios perfeitamente isolantes, em um ambiente seco, conforme mostra a figura a seguir. Uma barra metálica, positivamente carregada, é encostada em uma das esferas e depois afastada. Após o afastamento da barra, qual deve ser a posição das esferas, sabendo que a carga inicial delas é nula?

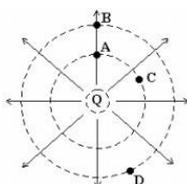


3 - A figura abaixo representa um condutor A, eletricamente neutro, ligado à Terra. Aproxima-se de A um corpo B carregado positivamente. Pode-se afirmar que:

- d) Os elétrons da Terra são atraídos para A.
- e) Os elétrons de A escoam para a Terra.
- f) Os prótons de A escoam para a Terra.

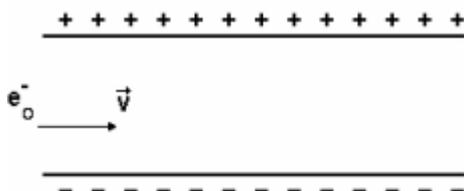


4 - (UFV-1996) Na figura estão representadas algumas linhas de força do campo criado pela carga Q. Os pontos A, B, C e D estão sobre circunferências centradas na carga. Assinale a alternativa FALSA:



- d. Os potenciais elétricos em A e C são iguais.
- e. O potencial elétrico em A é maior do que em D.
- f. O campo elétrico em B é mais intenso do que em A.

5 - (UFMG-1994) Observe a figura.



Nessa figura, duas placas paralelas estão carregadas com cargas de mesmo valor absoluto e de sinais contrários. Um elétron penetra entre essas placas com velocidade v ρ paralela às placas. Considerando que APENAS o campo elétrico atua sobre o elétron, a sua trajetória entre as placas será:

- d. Um arco de circunferência.
- e. Um arco de parábola
- f. Uma reta inclinada em relação às placas.

6 - Como as nuvens se formam?

- d. A origem de uma nuvem está no calor que é irradiado pelo Sol, evaporando a água que em regiões mais frias da atmosfera o vapor se condensa formando minúsculas gotinhas de águas que compõem então as nuvens.
- e. Se forma devido as zonas de precipitação das camadas atmosféricas de baixa e alta temperatura.
- f. A água após o fenômeno da evaporação atinge grandes altitudes onde devido a grande inversão térmica ocorre a cristalização da água.

7 - Todas as nuvens produzem relâmpagos?

- c. Sim. Possuem os ingredientes necessários para produzir relâmpagos.
- d. Não. Somente as nuvens de tempestades, conhecidas como cumulonimbus.

8 - Que aspecto tem as nuvens de tempestade?

- d. Estas nuvens são enormes. E o seu topo esta acima da estratosfera.
- e. Normalmente têm a sua base escura, pois a luz solar é absorvida e espalhada pelas partículas de água e gelo de que são formadas.
- f. A diferença entre tempestade e bomba atômica: é que a bomba atômica libera toda sua energia em uma fração de segundo, enquanto uma tempestade o faz durante um período de muitos minutos ou várias horas.

9 – Por que as nuvens se eletrificam?

- d. A eletrificação surge da colisão entre partículas de gelo, água e granizo na superfície das nuvens.
- e. A maioria das nuvens de tempestade tem um centro de cargas negativas embaixo e um centro de cargas positivas na sua parte superior devido a colisão de suas partículas.
- f. Algumas nuvens apresentam também um pequeno centro de cargas positivas próximo à sua base, por causa do atrito com o ar onde a nuvem perde elétrons.

10 - Por que existem relâmpagos?

- d. Devido a grande concentração de energia entre a nuvem e o solo o ar se torna condutor promovendo a propagação de corrente elétrica.
- e. A maioria das descargas (80%) ocorre fora da nuvem, devido a indução de cargas opostas no solo.
- f. Quando à concentração de cargas no centro positivo e negativo da nuvem cresce muito, o ar que os circunda já não consegue isolá-los eletricamente.

11 - Como funciona, o para-raios?

- d) Um para-raios nem atrai nem repele os raios.
- e) Atrai raios.
- f) Repele os raios.

12 - Quais os tipos de relâmpagos?

- d. O tipo mais frequente dos raios é o ascendente, acontece a partir de estruturas altas no chão (arranha-céus) ou no topo de montanhas (torres, antenas).
- e. Os raios ascendentes têm sua ramificação voltada para baixo.
- f. Os que não tocam o solo podem ser basicamente de três tipos: dentro da nuvem, da nuvem para o ar e de uma nuvem para outra.

13 - Existem raios positivos e negativos?

- d. Não. Somente raios portadores de cargas negativas.
- e. Não. Devido a sua polarização pode provocar apenas o deslocamento de cargas positivas.
- f. Sim. Os raios têm a sua polaridade atribuída conforme o tipo de carga que neutralizam na nuvem.

14 - Quais as fases de um raio?

- d. Um raio começa com pequenas descargas dentro da nuvem. Estas descargas liberam os elétrons que começarão seu caminho de descida em direção ao solo.

- e. O raio começa na atmosfera entre a nuvem e o solo liberando grande quantidade de cargas elétricas, devido a diferença de potencial.
- f. Polarização das nuvens, em seguida o solo, logo a descarga elétrica.

15 – O raio sobe ou desce?

- d) Somente sobe
- e) Somente desce
- f) As duas coisas

16 - Qual a duração de um raio?

- d. Um raio composto de várias descargas pode durar até 5 segundos.
- e. Um raio composto de várias descargas pode durar até 2 segundos.
- f. Um raio composto de várias descargas pode durar até 0,5 segundos.

17 - Qual a temperatura de um relâmpago?

- d. A temperatura é inferior à temperatura da superfície solar.
- e. A temperatura é superior a cinco vezes a temperatura da superfície solar, ou seja, a 30.000 graus Celsius.
- f. A temperatura é inferior a 100° C.

18 - O que é o trovão?

- d. É o barulho causado pelo choque entre nuvens.
- e. Acredita-se que tanto o raio como o trovão é produzido por colisões entre nuvens.
- f. É o rápido aquecimento do ar pela corrente elétrica do raio que produz o trovão.

19 - Se o raio dura apenas frações de segundo, porque o trovão é tão longo?

- d. O som do trovão inicia-se com a expansão do ar produzida pelo trecho do raio que estiver mais próximo do observador e termina com o som gerado pelo trecho mais distante (sem considerar as reflexões que possa ter).
- e. O trovão é onda mecânica e possui velocidade de 340m/s.
- f. O relâmpago é onda eletromagnética e possui velocidade de 300.000km/s.

20 - Além da luz, o raio produz alguma outra radiação?

- d. Não, apenas luz policromática.
- e. O raio produz ondas eletromagnéticas em várias outras frequências, inclusive raios-X.
- f. Sim, tanto ondas sonora como ondas eletromagnéticas.

REFERÊNCIAS:

- As questões 01, 02, 03, 04, 05 foram retiradas da seguinte referência: projotomedicina.com.br/site/attachments/.../011_fisica_eletrizacao.pdf
- As questões 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 e 20 foram retiradas da seguinte referência: **Marcelo M.F. Saba**, Pesquisador do Grupo de eletricidade Atmosférica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Anexo 3 - Competências e habilidades a serem desenvolvidas em Física

É preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Sabemos todos que, para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores de cada escola, de cada realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aqueles aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada.

A Física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, mas sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove. Aprender essa maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e investigação em Física.

Com este produto educacional pretende que os aprendizes desenvolvam habilidades e competências.

- ✓ Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
- ✓ Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.
- ✓ Conhecer fontes de informações e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.
- ✓ Desenvolver a capacidade de investigação física.
- ✓ Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos.

- ✓ Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.
- ✓ Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.

REFERÊNCIAS:

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Fundamental e Médio. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

Anexo 4 – Listas de exercícios.

Lista de atividades

Raio, relâmpago e trovão

Tarefa 01

1. Os relâmpagos e os trovões são consequência de descargas elétricas entre nuvens ou entre nuvens e o solo. A respeito desses fenômenos, considere as afirmações que seguem:

I. Nuvens eletricamente positivas podem induzir cargas elétricas negativas no solo.

II. O trovão é uma consequência da expansão do ar aquecido.

III. numa descarga elétrica, a corrente é invisível, sendo o relâmpago consequência da ionização do ar.

Dentre as afirmações:

- a) somente I é correta.
- b) somente II é correta.
- c) somente III é correta.
- d) somente I e II são corretas.
- e) I, II e III são corretas.

2. No dia seguinte ao de uma intensa chuva de verão no Rio de Janeiro, foi publicada em um jornal a foto a seguir com a legenda: Durante o temporal no morro do Corcovado, raios cortam o céu e um deles cai exatamente sobre a mão esquerda do Cristo Redentor.

A alternativa que explica corretamente o fenômeno é:

- a) Há um excesso de elétrons na Terra.
- b) O ar é sempre bom condutor de eletricidade.
- c) Há uma transferência de prótons entre a estátua e a nuvem.
- d) Há uma suficiente diferença de potencial entre a estátua e a nuvem.
- e) O material de que é feita a estátua é um mal condutor de eletricidade.

3. O funcionamento de pára raios é baseado:

- a) na indução eletrostática e no poder das pontas.
- b) na blindagem eletrostática e no poder das pontas.
- c) na indução e na blindagem eletrostática.
- d) no efeito Joule e no poder das pontas.
- e) no efeito Joule e na indução eletrostática.

4. O Brasil é considerado o campeão mundial de descargas elétricas na atmosfera com, aproximadamente, 100 milhões de raios por ano.

Esse número equivale ao dobro do registrado nos Estados Unidos.

Essa ocorrência é explicada pelo calor, que acaba propiciando a formação dos “cúmulos-nimbos”, que são nuvens negras, parecidas com cogumelo atômico e que apresentam um curto período de vida, cerca de duas horas. A descarga elétrica ocorre quando o campo elétrico de uma nuvem supera a capacidade isolante do ar, dando uma descarga elétrica entre a nuvem e a Terra, entre a nuvem e o ar ou entre as próprias nuvens.

A descarga pode ocorrer mesmo antes de se iniciar a chuva, bastando ter a formação dos cúmulos-nimbos. Portanto, aconselha-se não manipular objetos metálicos pontiagudos em locais abertos, que poderão funcionar como para raios equipamentos de proteção. A nuvem eletricamente carregada pode causar nesse objeto pontiagudo:

- a) uma atração elétrica devida ao fato de o metal ser isolante.
- b) uma atração gravitacional intensa entre o metal e a nuvem.
- c) uma eletrização, somente se o metal estiver conectado na rede de energia elétrica.
- d) uma indução com carga de sinal contrário ao da nuvem e com uma densidade superficial de cargas acentuada, pelo fato de ser pontiagudo.
- e) uma eletrização, somente se o metal estiver perfeitamente isolado do solo.

5. Há uma crença popular segundo a qual “um raio não cai nunca duas vezes em um mesmo lugar”. Lembrando-se do “poder das pontas” e da formação dos raios, é correto afirmar:

- a) a crença tem fundamento científico, pois após a primeira queda de raio a superfície perde seu poder de pontas.
- b) a crença tem fundamento científico, pois após a primeira queda a superfície que recebeu o raio se carrega e acaba por repelir novos raios.

c) a crença não tem fundamento, pois é evidente que se houver uma ponta em um local elevado, haverá probabilidade de que ela seja atingida por raios, sempre que ocorrer uma tempestade.

d) a crença não tem fundamento científico, pois o local que recebeu o raio pela primeira vez se torna carregado e aumenta a possibilidade de receber raios.

6. As linhas de transmissão de energia elétrica estendem-se por centenas de quilômetros em nosso país. Um dos riscos de interrupção dessa transmissão é a elevada incidência de descargas elétricas atmosféricas (raios). Para proteger as linhas de transmissão utilizam-se cabos condutores como para-raios, ao longo de toda a linha, apoiados na parte mais elevada das torres.

Em intervalos regulares, esses cabos são ligados à Terra (Figura).

Esses cabos para-raios são utilizados também para comunicação.

Sua parte externa é metálica, porém em seu interior correm fibras óticas por onde se enviam informações à velocidade da luz em grandes distâncias.

a) Sabendo que esses para-raios protegem efetivamente os cabos de alta tensão, explique como ocorre essa proteção, descrevendo o trajeto das cargas elétricas induzidas pelos raios no sistema descrito no enunciado.

http://para-raio.info/mos/view/O_Poder_das_Pontas/

b) Explique como as informações que passam pelas fibras óticas ficam protegidas de descargas elétricas que ocorrem no próprio para-raios.

Princípio da blindagem eletrostática ou Gaiola da Faraday

<http://www.brasilecola.com/fisica/blindagem-elestatica.htm>

7. Diferencie relâmpago, raio, trovão e explique esses fenômenos.

http://para-raio.info/mos/view/Raios%2C_Rel%C3%A2mpagos_e_Trov%C3%B5es/

8. Explique as formas de proteção contra os raios.

http://para-raio.info/mos/view/Como_se_proteger_em_uma_tempestade/

9. Descreva dois mitos sobre raios, relâmpagos ou trovões e explique os motivos deles não serem verdadeiros.

http://para-raio.info/mos/view/Mitos_e_Verdades/

10. Como se explica a importância da Gaiola de Faraday?

Lista de atividades

Raio, relâmpago e trovão.

Tarefa 02

01-(UFRN-RN) Mauro ouviu no noticiário que os presos do Carandiru, em São Paulo, estavam.



Comandando, de dentro da cadeia, o tráfico de drogas e fugas de presos de outras cadeias paulistas, por meio de telefones celulares. Ouviu também que uma solução possível para evitar os telefonemas, em virtude de ser difícil controlar a entrada de telefones no presídio, era fazer uma blindagem das ondas eletromagnéticas, usando telas de tal forma que as ligações não fossem completadas. Mauro ficou em dúvida se as telas eram metálicas ou plásticas. Resolveu, então, com seu celular e o telefone fixo de sua casa, fazer duas experiências bem simples.

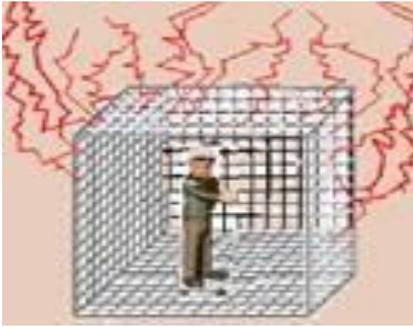
1 – Mauro lacrou um saco plástico com seu celular dentro. Pegou o telefone fixo e ligou para o celular. A ligação foi completada.

2 – Mauro repetiu o procedimento, fechando uma lata metálica com o celular dentro. A ligação não foi completada.

O fato de a ligação não ter sido completada na segunda experiência, justifica-se porque o interior de uma lata metálica fechada:

- a) permite a polarização das ondas eletromagnéticas diminuindo a sua intensidade.
- b) fica isolado de qualquer campo magnético externo.
- c) permite a interferência destrutiva das ondas eletromagnéticas.
- d) fica isolado de qualquer campo elétrico

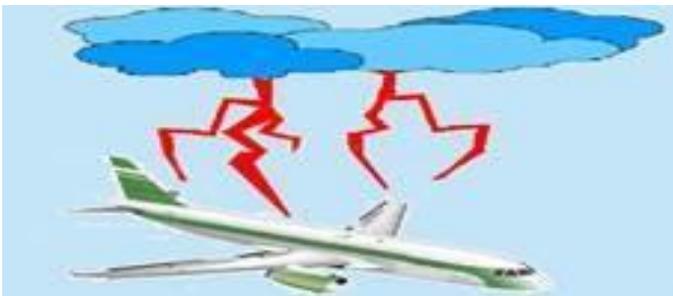
02-(UFF-RJ) Considere a seguinte experiência: “Um cientista construiu uma grande gaiola metálica,



Isolou-a da Terra e entrou nela. “Seu ajudante então, eletrizou a gaiola transferindo-lhe grande carga.” Pode-se afirmar que:

- a) o cientista nada sofreu, pois o potencial da gaiola era menor que de seu corpo.
- b) o cientista nada sofreu, pois o potencial de seu corpo era o mesmo que o da gaiola.
- c) mesmo que o cientista houvesse tocado no solo, nada sofreria, pois o potencial de seu corpo era o mesmo que o do solo.
- d) o cientista levou choque e provou com isso a existência da corrente elétrica.

03 – (AFA-RJ) durante tempestade, um raio atinge um avião em voo.



Pode-se afirmar que a tripulação:

- a) Não será atingida, pois aviões são obrigados a portar um para-raios em sua fuselagem.
- b) será atingida em virtude de a fuselagem metálica ser boa condutora de eletricidade.
- c) será parcialmente atingida, pois a carga será homoganeamente distribuída na superfície interna do avião.
- d) não sofrerá dano físico, pois a fuselagem metálica atua como blindagem.

04 – (UFBA) Aviões com revestimento metálicos, voando em atmosfera seca, podem atingir elevada grua de eletrização, muitas vezes evidenciado por uma centelha mento para a atmosfera, conhecido como fogo-de-santelmo. Nessas circunstancias é correto afirmar:



A eletrização do revestimento dá-se por indução.

O campo elétrico no interior do avião causado pela eletrização do revestimento, é nulo.

A eletrização poderia ser evitada se o avião fosse revestido com material isolante.

O centelha mento ocorre preferencialmente nas partes pontiagudas do avião.

O revestimento metálico não é uma superfície equipotencial, pois, se o fosse, não haveria centelha mento.

Dois pontos quaisquer no interior do avião estão a um mesmo potencial, desde que não haja outras fontes de campo elétrico.

05 - (UEM-PR) Uma esfera metálica de raio R , isolada, está carregada com uma carga elétrica Q . Seja r a distância do centro da esfera a qualquer ponto dentro ($r < R$) ou fora ($r > R$) da esfera. Nessas condições, assinale o que for correto:

- (01) A carga elétrica se distribui uniformemente em toda a massa da esfera.
- (02) O campo elétrico e o potencial elétrico são constantes no interior da esfera.
- (04) Para $r > R$, o campo elétrico é inversamente proporcional ao quadrado da distância e tem direção perpendicular à superfície da esfera.
- (08) As equipotenciais associadas ao campo elétrico da esfera, para $r > R$, são superfícies esféricas concêntricas com a esfera e igualmente espaçadas.
- (16) O potencial elétrico é uma grandeza escalar, enquanto o campo elétrico é uma grandeza vetorial.

Dê como resposta a soma dos números que precedem as afirmativas corretas.

06 -(UEM-PR) Uma esfera metálica de raio R , isolada, está carregada com uma carga elétrica Q . Seja r a distância do centro da esfera a qualquer ponto dentro ($r < R$) ou fora ($r > R$) da esfera. Nessas condições, assinale o que for correto:

- (01) A carga elétrica se distribui uniformemente em toda a massa da esfera.
- (02) O campo elétrico e o potencial elétrico são constantes no interior da esfera.
- (04) Para $r > R$, o campo elétrico é inversamente proporcional ao quadrado da distância

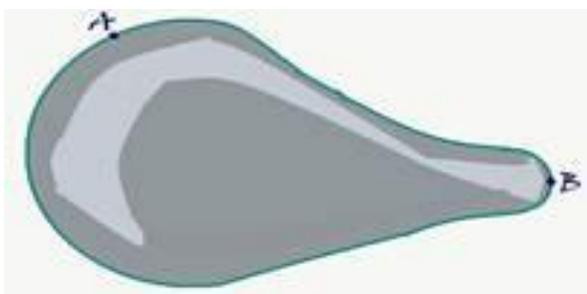
e tem direção perpendicular à superfície da esfera.

(08) As equipotenciais associadas ao campo elétrico da esfera, para $r > R$, são superfícies esféricas concêntricas com a esfera e igualmente espaçadas.

(16) O potencial elétrico é uma grandeza escalar, enquanto o campo elétrico é uma grandeza vetorial.

Dê como resposta a soma dos números que precedem as afirmativas corretas.

07 -(FMTM-MG) A seção transversal de um condutor em equilíbrio eletrostático carregado positivamente tem uma forma de pera, conforme mostra a figura. Considere dois pontos A e B em sua superfície e as seguintes informações a seu respeito:



I. A e B estão submetidos ao mesmo potencial.

II. O vetor campo elétrico \vec{E} tem a mesma intensidade em A e B.

III. O vetor campo elétrico \vec{E} resultante no interior do condutor é nulo.

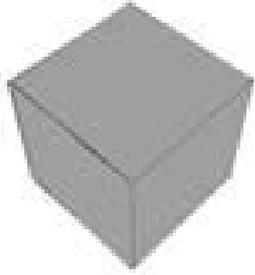
Das afirmativas acima:

- a) Apenas II está correta. b) Apenas II e III estão corretas.
c) Apenas I e II estão corretas. d) Apenas I e III estão corretas.
e) I, II e III estão corretas.

08 -(PUC-MG) A ausência de cargas eletrostáticas no interior de condutores elétricos, quaisquer que sejam as suas formas, está relacionada ao fato de que:

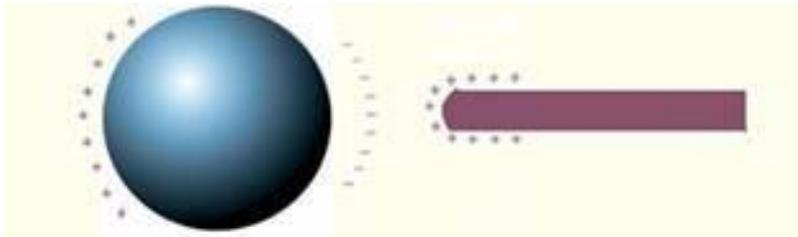
- a) o potencial elétrico é nulo no interior de condutores.
b) a densidade superficial de cargas é constante.
c) o campo elétrico é nulo no interior de condutores.
d) as cargas elétricas não se deslocam facilmente em condutores.
e) não é possível isolar completamente um condutor

09-(CEFET-PR) Um cubo é feito de alumínio e está eletrizado e em equilíbrio eletrostático. Quanto ao campo elétrico, podemos dizer que este é:



- a) mais intenso nas proximidades dos centros das faces do cubo.
- b) mais intenso nas proximidades dos centros das arestas do cubo.
- c) mais intenso nas proximidades dos vértices do cubo.
- d) de igual intensidade nas proximidades de qualquer parte do cubo.
- e) tão intenso nas proximidades quanto no seu interior.

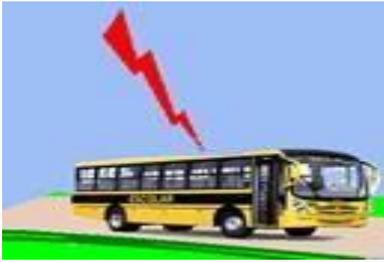
10 -(UFMG) Atrita-se um bastão com lã, de modo que ele adquira carga positiva. Aproxima-se então o bastão de uma esfera metálica com o objetivo de induzir nela uma separação de cargas. Essa situação é mostrada na figura.



Pode-se então afirmar que o campo elétrico no interior da esfera é:

- a) diferente de zero, horizontal, com sentido da direita para a esquerda.
- b) diferente de zero, horizontal, com sentido da esquerda para a direita.
- c) nulo apenas no centro.
- d) nulo.

11 -(UFV-MG) Durante uma tempestade, um raio atinge um ônibus que trafega por uma rodovia.



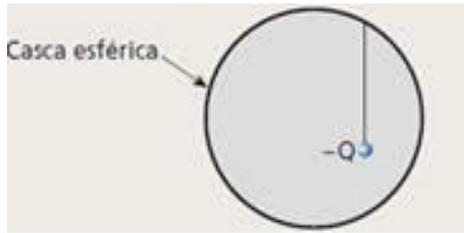
Pode-se afirmar que os passageiros:

- a) não sofrerão dano físico em decorrência desse fato, pois os pneus de borracha asseguram o isolamento elétrico do ônibus.
- b) serão atingidos pela descarga elétrica, em virtude da carroceria metálica ser boa condutora de eletricidade.
- c) serão parcialmente atingidos, pois a carga será homogeneamente distribuída na superfície interna do ônibus.
- d) não sofrerão dano físico em decorrência desse fato, pois a carroceria metálica do ônibus atua como blindagem.
- e) não serão atingidos, pois os ônibus interurbanos são obrigados a portar um para-raios em sua carroceria.

12 -(UFMT) Indique a aplicação tecnológica do conceito demonstrado por Faraday, na primeira metade do século XIX, na experiência conhecida como gaiola de Faraday.

- a) Isolamento térmico do conteúdo de garrafas térmicas.
- b) Atração dos raios em tempestades por para-raios.
- c) Isolamento elétrico promovido pela borracha dos pneus de veículos.
- d) Recobrimento com material isolante em cabos utilizados para transporte de energia elétrica.
- e) Bloqueio para chamadas de telefone celular em penitenciárias.

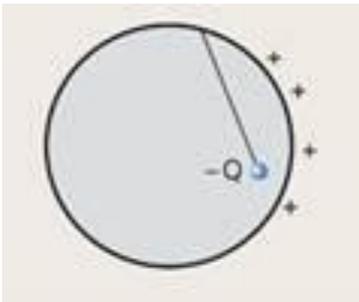
13 -(UFU-MG) Uma pequena bolinha de metal, carregada com uma carga elétrica $-Q$ encontra-se presa por um fio no interior de uma fina casca esférica condutora neutra, conforme figura abaixo.



A bolinha encontra-se em uma posição não concêntrica com a casca esférica.

Com base nessas informações, indique a alternativa que corresponde a uma situação física verdadeira.

a) Se o fio for de material isolante, a bolinha não trocará cargas elétricas com a casca esférica condutora, porém induzirá uma carga total $+Q$ na casca, a qual ficará distribuída sobre a parte externa da casca, assumindo uma configuração conforme representação abaixo.



b) Se o fio for de material condutor, a bolinha trocará cargas elétricas com a casca esférica, tornando-se neutra e produzindo uma carga total $-Q$ na casca esférica, a qual ficará distribuída uniformemente sobre a parte externa da casca, conforme representação a seguir.



c) Se o fio for de material isolante, haverá campo elétrico na região interna da casca esférica devido à carga $-Q$ da bolinha, porém não haverá campo elétrico na região externa à casca esférica neutra.

d) Se o fio for de material condutor, haverá campo elétrico nas regiões interna e externa da casca esférica, devido às trocas de cargas entre a bolinha e a casca esférica.

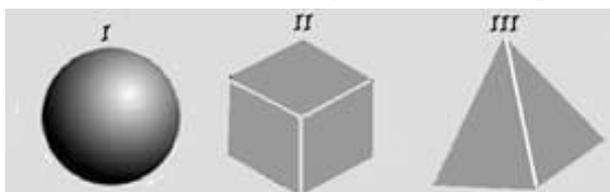
14 -(ENEM-MEC) O poder das pontas é uma consequência da forma como as partículas portadoras de carga elétrica se distribuem



na superfície de um condutor. Em um dado condutor carregado, em equilíbrio eletrostático, pode-se afirmar que, em relação ao restante da superfície, nas pontas:

- a) a quantidade e a densidade de cargas são sempre maiores.
- b) a quantidade e a densidade de cargas são sempre menores.
- c) a quantidade e a densidade de cargas são sempre iguais.
- d) a quantidade de cargas é sempre menor, mas a densidade de cargas é sempre maior.
- e) a quantidade de cargas é sempre maior, mas a densidade de cargas é sempre menor.

15 -(UFRGS-RS) A figura abaixo representa, em corte, três objetos de formas



geométricas diferentes, feitos de material bom condutor, que se encontra em repouso. Os objetos são ocos, totalmente fechados, e suas cavidades internas se acham vazias. A superfície de cada um dos objetos está carregada com carga elétrica estática de mesmo valor Q .

Em quais desses objetos o campo elétrico é nulo em qualquer ponto da cavidade interna?

- a) Apenas em I.
- b) Apenas em II.
- c) Apenas em I e II.
- d) Apenas em II e III.
- e) Em I, II e III.

Lista de atividades

Raio, relâmpago e trovão.

Tarefa 03

01-(UFMS-MS) O gerador de Van de Graff é um dispositivo capaz de gerar cargas elétricas que são armazenadas em sua cúpula. A figura a seguir mostra uma cúpula de um gerador carregada com excesso de cargas elétricas negativas. E, distante dessa cúpula, um outro sistema, formado por uma esfera condutora maciça, presa por suportes isolantes no interior de uma casca esférica condutora. A casca esférica está apoiada à terra por um outro suporte também isolante. A cúpula do gerador e a esfera condutora interna estão conectadas por um fio condutor, que pode ser ligado e desligado através de uma chave S1. Um outro fio condutor faz a conexão através de uma outra chave S2, entre a superfície externa da casca esférica e a terra. Um pêndulo eletrostático, descarregado, encontra-se em equilíbrio, próximo da superfície externa da casca esférica. O pêndulo pode ser atraído eletrostaticamente para essa superfície, de maneira que não a toca. Inicialmente, as chaves estão desligadas, e a esfera condutora, a casca esférica e o pêndulo estão descarregados. Considere a cúpula do gerador suficientemente afastada, de maneira que o campo elétrico, produzido nas imediações da cúpula, não interfira no segundo sistema inclusive com o pêndulo. Com relação a todo esse conjunto, é correto afirmar:



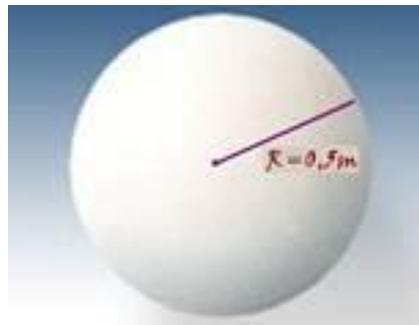
- 01) Se ligarmos apenas a chave S1, mantendo S2 desligada, o pêndulo será atraído.
- 02) Se ligarmos S1, e em seguida ligarmos S2, mantendo S1 também ligada, a casca esférica será carregada e o pêndulo não será atraído.
- 04) Se ligarmos S1, mantendo S2 desligada, o campo elétrico, na região do pêndulo, permanecerá nulo.
- 08) Se ligarmos S1, e em seguida ligarmos S2, a casca esférica ficará carregada com

excesso de cargas positivas.

16) Se ligarmos apenas S1, mantendo S2 desligada, a casca esférica ficará carregada com excesso de cargas negativas.

Dados para a resolução das questões 02 e 03.

02-(PUC-MG) Uma esfera metálica de raio $R = 0,50$ m está carregada com uma carga positiva e em equilíbrio eletrostático, de modo que sua densidade superficial de cargas seja $1,0 \cdot 10^{-6}$ C/m². A esfera encontra-se no vácuo.



Dado: $K_0 = 9,0 \cdot 10^9$ N · m²

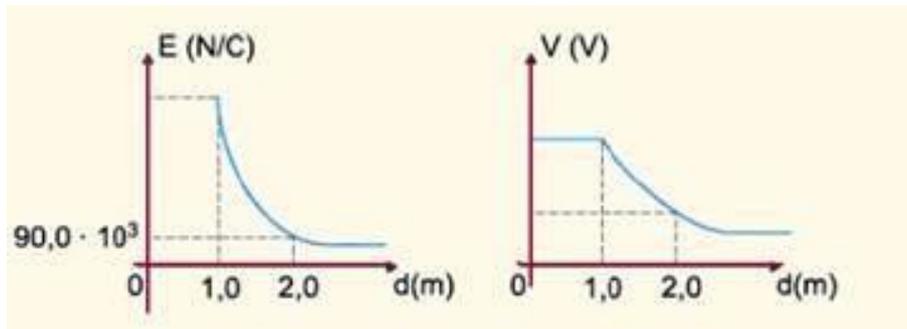
A esfera encontra-se carregada com uma carga elétrica de:

- a) $3,14 \cdot 10^{-6}$ C. b) $1,0 \cdot 10^{-6}$ C c) $9,0 \cdot 10^3$ C. d) $9,0 \cdot 10^9$ C.

03 -(PUC-MG) O campo elétrico para pontos que estejam a uma distância de 30 cm do centro dessa esfera vale:

- a) $3,14 \cdot 10^5$ N/C. b) $9,0 \cdot 10^{-6}$ N/C. c) $1,0 \cdot 10^5$ N/C. d) 0.

04 - (PUCCAMP-SP) Uma esfera metálica oca encontra-se no ar, eletrizada positivamente e isolada de outras cargas. Os gráficos a seguir representam a intensidade do campo elétrico e do potencial elétrico criado por essa esfera, em função da distância ao seu centro. Dado: $k = 9,0 \cdot 10^9$ Nm²/C².



Com base nas informações, é correto afirmar que:

- a carga elétrica do condutor e $4,5 \cdot 10^{-6} \text{C}$.
- o potencial elétrico no interior do condutor é nulo.
- o potencial elétrico do condutor vale $3,6 \cdot 10^4 \text{ V}$.
- o potencial elétrico de um ponto a 2,0 m do centro do condutor vale $10 \cdot 10^3 \text{ V}$.
- a intensidade do campo elétrico em um ponto a 3,0 m do centro do condutor vale $4,0 \cdot 10^4 \text{ N/C}$.

05-(UEG-GO) Os recentes motins em presídios brasileiros chamaram a atenção de modo geral para a importância das telecomunicações na operação de estruturas organizacionais. A necessidade de se impossibilitar qualquer tipo de comunicação, no caso de organizações criminosas, tornou-se patente. Embora existam muitos sistemas de comunicação móvel, o foco centrou-se em celulares, em virtude de suas pequenas dimensões físicas e da facilidade de aquisição e uso. Várias propostas foram colocadas para o bloqueio das ondas eletromagnéticas ou de rádio. A primeira delas consiste em envolver o presídio por uma “gaiola de Faraday”, ou seja, “embrulhá-lo” com um material que seja bom condutor de eletricidade ligado à terra. Uma segunda proposta era utilizar um aparelho que gerasse ondas eletromagnéticas na mesma faixa de frequência utilizada pelas operadoras de telefonia móvel. Essas ondas seriam espalhadas por meio de antenas, normalmente instaladas nos muros do presídio.



Acerca das informações contidas no texto acima, julgue a validade das afirmações a seguir.

I. Uma “gaiola de Faraday” é uma blindagem elétrica, ou seja, uma superfície condutora que envolve uma dada região do espaço e que pode, em certas situações, impedir a entrada de perturbações produzidas por campos elétricos e/ou magnéticos externos.

II. A eficiência da “gaiola de Faraday” depende do comprimento de onda das ondas eletromagnéticas da telefonia celular, pois isso definirá as dimensões da malha utilizada em sua construção.

III. A segunda proposta citada no texto é a geração de ondas nas mesmas frequências utilizadas pelas operadoras de telefonia móvel. Com isso, através de interferências destrutivas, compromete-se a comunicação entre a ERB (torre celular ou estação de rádio) e o telefone.

Assinale a alternativa CORRETA:

- a) Apenas as afirmações I e II são verdadeiras.
- b) Apenas as afirmações I e III são verdadeiras.
- c) Apenas as afirmações II e III são verdadeiras.
- d) Todas as afirmações são verdadeiras.

06 - (ITA-SP) Uma esfera metálica isolada, de 10,0 cm de raio, é carregada no vácuo até atingir o potencial $U = 9,0V$. Em seguida, ela é posta em contato com outra esfera metálica isolada, de raio $R_2 = 5,0$ cm, inicialmente neutra. Após atingido o equilíbrio, qual das alternativas abaixo melhor descreve a situação física?

$$K = 1/4\pi\epsilon_0 = 9,0 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$$

Dado:.

- a) A esfera maior terá uma carga de $0,66 \cdot 10^{-10} \text{C}$.
- b) A esfera maior terá um potencial de 4,5V.
- c) A esfera menor terá uma carga de $0,66 \cdot 10^{-10} \text{C}$.
- d) A esfera menor terá um potencial de 4,5V.
- e) A carga total é igualmente dividida entre as duas esferas.

07- (UFPR-PR) O processo de eletrização por atrito, ou tribo eletrização, é responsável, em parte, pelo acúmulo de cargas nas nuvens e, nesse caso, a manifestação mais clara desse acúmulo de cargas é a existência de raios, que são descargas elétricas.



extremamente perigosas. Entretanto, como o ar atmosférico é um material isolante, os raios não ocorrem a todo o momento. Para que ocorram, o valor do campo elétrico produzido no ar por um objeto carregado deve ter uma intensidade maior do que um certo valor crítico chamado rigidez dielétrica. É importante notar que não apenas o ar, mas todos os materiais, sejam isolantes ou condutores, possuem rigidez dielétrica. Nos condutores, em geral, essa grandeza tem valores muito menores que nos isolantes, e essa é uma característica que os diferencia. Assim, com um campo elétrico pouco intenso é possível produzir movimento de cargas num condutor, enquanto num isolante o campo necessário deve ser muito mais intenso.

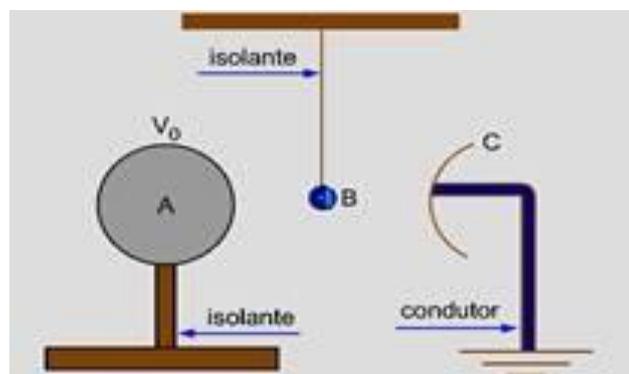
Considerando essas informações, responda:

- a) Sabe-se que a rigidez dielétrica do ar numa certa região vale $3,0 \cdot 10^6$ N/C. Qual é a carga máxima que pode ser armazenada por um condutor esférico com raio de 30 cm colocado nessa região?
- b) Supondo que o potencial elétrico a uma distância muito grande do condutor seja nulo, quanto vale o potencial elétrico produzido por esse condutor esférico na sua superfície quando ele tem a carga máxima determinada no item anterior?

08 - (Olimpíada Paulista de Física) Uma esfera metálica de raio $R_1 = 5,0$ cm está carregada com $4,0 \cdot 10^{-3}$ C. Outra esfera metálica de raio $R_2 = 15,0$ cm está inicialmente descarregada. Se as duas esferas são conectadas eletricamente, podemos afirmar que:

- a) a carga total será igualmente distribuída entre as duas esferas.
- b) a carga da esfera maior será $1,0 \cdot 10^{-3}$ C.
- c) a carga da esfera menor será $2,0 \cdot 10^{-3}$ C.
- d) a carga da esfera maior será $3,0 \cdot 10^{-3}$ C.
- e) a carga da esfera menor será $3,0 \cdot 10^{-3}$ C.

09 -(ITA-SP) Considere um condutor esférico A de 20 cm de diâmetro colocado sobre um pedestal fixo e isolante. Uma esfera condutora B de 0,5 mm de diâmetro, do mesmo material da esfera A, é suspensa por um fio fixo e isolante. Em posição oposta à esfera A é colocada uma campainha C ligada à terra, conforme mostra a figura. O condutor A é então carregado a um potencial eletrostático V_0 , de forma a atrair a esfera B. As duas esferas entram em contato devido à indução eletrostática e, após a transferência de carga, a esfera B é repelida, chocando-se com a campainha C, onde a carga adquirida é escoada para a terra. Após 20 contatos com a campainha, verifica-se que o potencial da esfera A é de 10000 V. Determine o potencial inicial da esfera A.

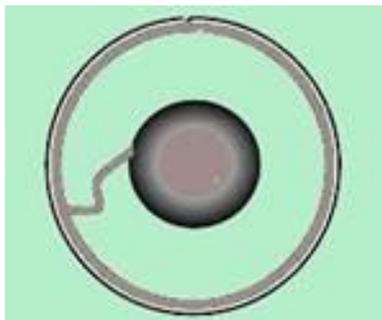


10-(UFC) Uma esfera de cobre com raio da ordem de micrômetros possui uma carga da ordem de dez mil cargas elementares ($e=1,6 \cdot 10^{-19}$), distribuídas uniformemente sobre sua superfície. Considere que a densidade superficial é mantida constante. Assinale a alternativa que contém a ordem de grandeza do número de cargas elementares em uma esfera de cobre com raio da ordem de milímetros.

- a) 10^{19} . b) 10^{16} . c) 10^{13} . d) 10^{10} . e) 10^1 .

11-(ITA-SP) Uma carga q distribui-se uniformemente na superfície de uma esfera condutora, isolada, de raio R . Assinale a opção que apresenta a magnitude do campo elétrico e o potencial elétrico num ponto situado a uma distância $r = R/3$ do centro da esfera.

12 -(UFRGS) A figura mostra uma esfera de raio R no interior de uma casca esférica de raio $2R$,



ambas metálicas e interligadas por um fio condutor. Quando o sistema for carregado com carga elétrica total Q , esta se distribuirá de modo que a carga da esfera interna seja:

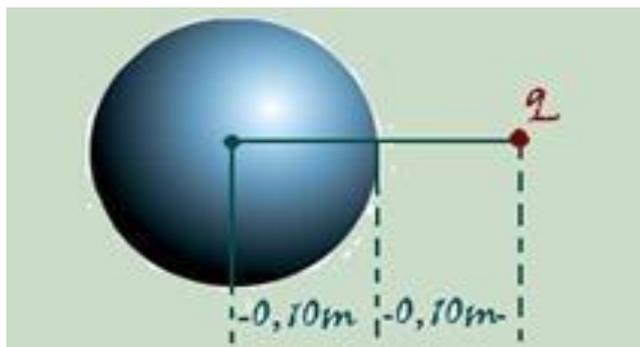
- a) $4Q/3$ b) $Q/2$ c) $Q/3$ d) $Q/5$ e) zero

13 - (UFSC) Duas esferas condutoras isoladas têm raios R e $2R$ e estão afastadas por uma distância a . Inicialmente, a esfera maior tem um excesso de carga positiva $+q$ e a menor está neutra. Encosta-se uma esfera na outra e, em seguida, as duas são reconduzidas à posição inicial.

Nesta última situação, é CORRETO afirmar que:

- 01) a força eletrostática entre as esferas é $k_0(q^2/4a^2)$.
02) a esfera menor tem carga $+(1/3)q$ e a maior, $+(2/3)q$.
04) o potencial elétrico na esfera maior é a metade do valor do potencial na esfera menor.
08) todo o excesso de carga da esfera menor está localizado na sua superfície.
16) o campo elétrico no interior da esfera menor é nulo.
32) diferença de potencial entre quaisquer dois pontos do interior da esfera maior é diferente de zero.

14-(UFRJ-RJ) Uma partícula com carga positiva $q = 4,0 \cdot 10^{-6}C$ é mantida em repouso diante de uma esfera maciça condutora isolada de raio $0,10$ m e carga total nula. A partícula encontra-se a uma distância de $0,20$ m do centro da esfera, conforme ilustra a figura a seguir. A esfera e as cargas que foram induzidas em sua superfície também se encontram em repouso, isto é, há equilíbrio eletrostático.



Sabendo que a constante de proporcionalidade na lei de Coulomb é $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$, determine o módulo e indique a direção e o sentido:

- do campo elétrico no centro da esfera condutora devido à partícula de carga q ;
- do campo elétrico no centro da esfera condutora devido às cargas induzidas em sua superfície.

15-(PUC-MG) Em dias secos e com o ar com pouca umidade, é comum ocorrer o choque elétrico ao

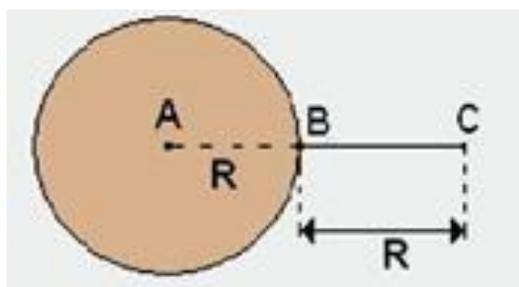


se tocar em um carro ou na maçaneta de uma porta em locais onde o piso é recoberto por carpete. Pequenas centelhas elétricas saltam entre as mãos das pessoas e esses objetos. As faíscas elétricas ocorrem no ar quando a diferença de potencial elétrico atinge o valor de 10.000V numa distância de aproximadamente 1 cm. A esse respeito, marque a opção CORRETA.

- A pessoa toma esse choque porque o corpo humano é um bom condutor de eletricidade.
- Esse fenômeno é um exemplo de eletricidade estática acumulada nos objetos.
- Esse fenômeno só ocorre em ambientes onde existem fiações elétricas como é o caso dos veículos e de ambientes residenciais e comerciais.

d) Se a pessoa estiver calçada com sapatos secos de borracha, o fenômeno não acontece, porque a borracha é um excelente isolante elétrico.

16-(UPE-PE) Um condutor esférico em equilíbrio eletrostático, representado pela figura a seguir,



tem raio igual a R e está eletrizado com carga Q . Analise as afirmações que se seguem:

I. No ponto A, o campo elétrico e o potencial elétrico são nulos.

II. Na superfície da esfera $E_B = V_B/R$

III. No ponto C, o potencial elétrico é dado por KQ/R

IV. No ponto C distante do ponto A de $2R$, tem-se $EC =$

$VC/2R$ É CORRETO afirmar que apenas as(a) afirmações(ão):

a) I e III estão corretas.

b) IV está correta.

c) II e IV estão corretas.

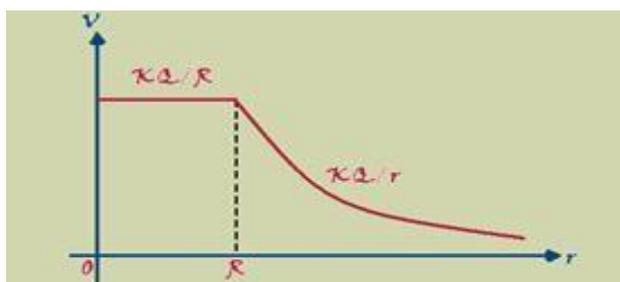
d) III e IV estão corretas.

e) II e III estão corretas.

17-(UFCEG-PB) Uma esfera de cobre de raio R está eletricamente carregada com carga Q .

O potencial V , em função do raio r onde $r = 0$ no centro da esfera, está mostrado na figura.

Considerando essa configuração, pode-se afirmar que:



a) o trabalho realizado para transportar uma carga de prova $+q_0$, de $r = 0$ até $r = R/2$ vale $2kQq_0/R$.

- b) o trabalho realizado para transportar uma carga $-q_0$, sendo $|q_0| \ll |Q|$, de $r \gg R$ até $r = R$, depende do raio da esfera.
- c) enquanto a esfera estiver sendo carregada, seu potencial elétrico em função de r tem o mesmo comportamento mostrado na figura.
- d) com as informações disponíveis não se pode calcular a densidade superficial de cargas da esfera.
- e) segundo a representação de Faraday, como V é constante no interior da esfera, as linhas de força do campo elétrico são paralelas nessa região.

18 -(ENEM-MEC)



Duas irmãs que dividem o mesmo quarto de estudos combinaram de comprar duas caixas com tampas para guardarem seus pertences dentro de suas caixas, evitando, assim, a bagunça sobre a mesa de estudos.



Uma delas comprou uma metálica, e a outra, uma caixa de madeira de área e espessura lateral diferentes, para facilitar a identificação. Um dia as meninas foram estudar para a prova de Física e, ao se acomodarem na mesa de estudos, guardaram seus celulares ligados dentro de suas caixas.

Ao longo desse dia, uma delas recebeu ligações telefônicas, enquanto os amigos da outra tentavam ligar e recebiam a mensagem de que o celular estava fora da área de cobertura ou desligado.

Para explicar essa situação, um físico deveria afirmar que o material da caixa, cujo telefone celular não recebeu as ligações é de

- a) madeira e o telefone não funcionava porque a madeira não é um bom condutor de

eletricidade.

b) metal e o telefone não funcionava devido à blindagem eletrostática que o metal proporcionava.

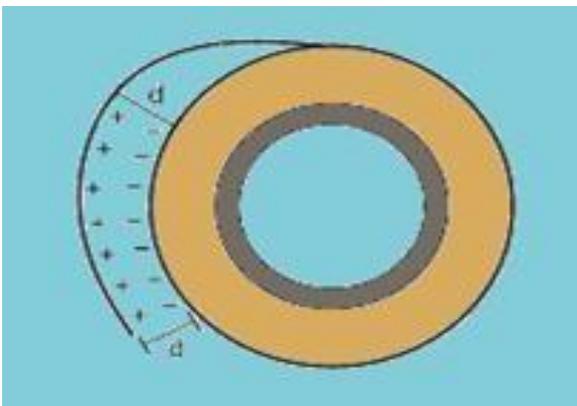
c) metal e o telefone não funcionava porque o metal refletia todo tipo de radiação que nele incidia.

d) metal e o telefone não funcionava porque a área lateral da caixa de metal era maior.

e) madeira e o telefone não funcionava porque a espessura desta caixa era maior que a espessura da caixa de metal.

19 -(UNICAMP-SP)

Quando um rolo de fita adesiva é desenrolado, ocorre uma transferência de cargas negativas da fita para o rolo, conforme ilustrado na figura a seguir. Quando o campo elétrico criado pela distribuição de cargas é maior que o campo elétrico de ruptura do meio, ocorre uma descarga elétrica. Foi demonstrado recentemente que essa descarga pode ser utilizada como uma fonte econômica de raios-X.



Para um pedaço da fita de área $A = 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ mantido a uma distância constante $d = 2,0 \text{ mm}$ do rolo, a quantidade de cargas acumuladas é igual a $Q = CV$, sendo V a diferença de potencial entre a fita desenrolada e o rolo e $C = \epsilon_0 A/d$, em que $\epsilon_0 \approx 9 \cdot 10^{-12} \text{ ou } 10^{-10} \text{ C/Vm}$. Nesse caso, a diferença de potencial entre a fita e o rolo para $Q = 4,5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ é de

a) $1,2 \cdot 10^2 \text{ V}$.

b) $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ V}$.

c) $2,0 \cdot 10^3 \text{ V}$.

d) $1,0 \cdot 10^{-20} \text{ V}$.

20-(UCPEL-RS)



Considere as afirmativas abaixo.

- I. A força entre duas cargas elétricas em equilíbrio eletrostático independe do meio onde essas cargas estão imersas.
- II. Dois bastões de alumínio, um neutro e outro carregado positivamente, são postos em contato e, em seguida, afastados um do outro. Após o afastamento, o que estava neutro perdeu elétrons.
- III. Dois corpos de mesmo material, inicialmente neutros, são atritados. Ambos se eletrizam com carga de mesmo sinal.
- IV. Numa superfície equipotencial, as linhas de força serão sempre perpendiculares a qualquer ponto da superfície.
- V. Para uma esfera metálica carregada positivamente, o campo elétrico no seu interior é constante e maior que zero.

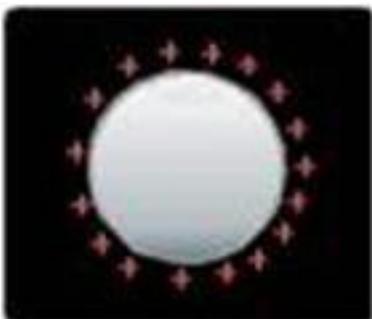
Das afirmações acima, pode-se concluir que:

- (A) II e IV estão corretas.
- (B) I, III e V estão corretas.
- (C) todas estão corretas.
- (D) todas estão incorretas.
- (E) I, II, IV e V estão corretas.

21 -(UEM-PR)



Considerando um condutor elétrico metálico maciço e esférico, de raio R , carregado positivamente e disposto no vácuo, assinale o que for correto.



- 01) Para pontos $d < R$, no interior do condutor, o campo elétrico é nulo.
- 02) Para pontos $D > R$, o campo elétrico gerado em D é proporcional a D^2 .
- 04) A densidade superficial de cargas no condutor é $\sigma = Q/4\pi R^2$.
- 08) O potencial elétrico no interior do condutor sofre variação, na forma $V=KQ/d$, com $d < R$.
- 16) A superfície desse condutor elétrico esférico é uma superfície equipotencial.

22-(UEM-PR)



Assinale o que for correto.

- 01) Cargas elétricas positivas, abandonadas em repouso em uma região do espaço, onde existe um campo elétrico uniforme, deslocam-se para a região de menor potencial elétrico.
- 02) Cargas elétricas negativas, abandonadas em repouso em uma região do espaço, onde existe um campo elétrico uniforme, movem-se na direção e no sentido do campo.
- 04) Linhas de força de campo elétrico são sempre perpendiculares às superfícies equipotenciais.
- 08) Aos campos de forças conservativas, como o campo elétrico, associa-se o conceito de potencial.
- 16) Em um campo conservativo, como o campo elétrico, o trabalho realizado por uma força conservativa para deslocar uma partícula de um ponto a outro do campo independe da trajetória da partícula.

23-(ACAFE-SC)

Em uma cartilha fornecida pelos DETRANs do país é alertado sobre o risco em caso de acidente e cabos elétricos estarem em contato com os veículos. Nesta cartilha há um erro conceitual quando é afirmado que: “No interior dos veículos, as pessoas estão seguras, desde que os pneus estejam intactos e não haja nenhum contato com o chão. Se o cabo estiver sobre o veículo, elas podem ser eletrocutadas ao tocar o solo. Isso já não ocorre se permanecerem no seu interior, pois o mesmo está isolado pelos pneus.”

Noções de Primeiros Socorros no Trânsito, p. 25/São Paulo: ABRAMET – 2005

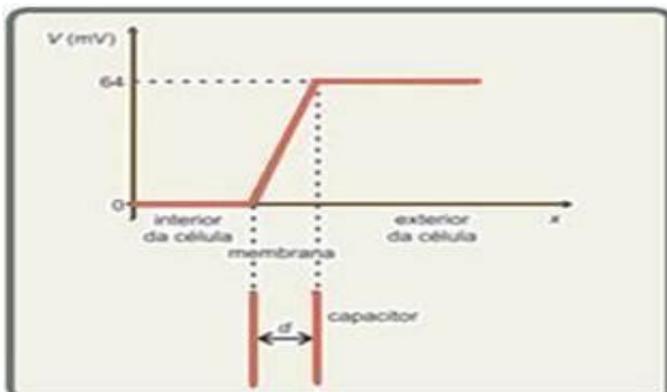
Assinale a alternativa correta que proporciona uma justificativa cientificamente adequada para a situação descrita na cartilha.

- A) As pessoas jamais estarão seguras, pois os pneus não tem isolamento adequado.
- B) As pessoas devem permanecer no interior do carro porque estão blindadas eletricamente, independente de estarem isoladas pelos pneus.
- C) Os pneus devem estar cheios de ar, caso contrário não haverá isolamento.
- D) Se as pessoas estiverem com calçados de borracha elas podem saltar do carro.

24-(FUVEST-SP)



O fluxo de íons através de membranas celulares gera impulsos elétricos que regulam ações fisiológicas em seres vivos. A figura abaixo ilustra o comportamento do potencial elétrico V em diferentes pontos no interior de uma célula, na membrana celular e no líquido extracelular.



O gráfico desse potencial sugere que a membrana da célula pode ser tratada como um capacitor de placas paralelas com distância entre as placas igual à espessura da membrana, $d = 8 \text{ nm}$. No contexto desse modelo, determine

- a) o sentido do movimento – de dentro para fora ou de fora para dentro da célula – dos íons de cloro (Cl^-) e de cálcio (Ca^{2+}), presentes nas soluções intra e extracelular;
- b) a intensidade E do campo elétrico no interior da membrana;
- c) as intensidades F_{Cl} e F_{Ca} das forças elétricas que atuam, respectivamente, nos íons Cl^- e Ca^{2+} enquanto atravessam a membrana;
- d) o valor da carga elétrica Q na superfície da membrana em contato com o exterior da célula, se a capacitância C do sistema for igual a 12 pF .