



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Propondo material de apoio à prática com simuladores no
Ensino/Aprendizagem de Eletrostática em EJA

Leandro Marcos Alves Vaz

BRASÍLIA – DF

2015



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL
EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Propondo material de apoio à prática com simuladores no
Ensino/Aprendizagem de Eletrostática em EJA

Leandro Marcos Alves Vaz

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Ronni Geraldo G. de Amorim a ser apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física - Área de Concentração: Ensino de Física - pelo Programa de Mestrado Nacional em Pesquisa e Ensino de Física (MNPEF), polo Universidade de Brasília.

Brasília – DF

2015

FOLHA DE APROVAÇÃO

Leandro Marcos Alves Vaz

Propondo material de apoio à prática com simuladores no Ensino/Aprendizagem de Eletrostática em EJA

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física - Área de Concentração: Ensino de Física -, pelo Programa de Mestrado Nacional em Pesquisa e Ensino de Física (MNPEF), polo Universidade de Brasília.

Aprovada em / /

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ronni G. G. de Amorim

(Presidente)

Prof. Dr. Sebastião Ivaldo Carneiro Portela

(Membro externo não vinculado ao programa – SEDF)

Prof. Dr. Ademir Eugênio de Santana

(Membro interno vinculado ao programa – IF-UnB)

Prof. Dr. Sérgio Costa Ulhoa

(Membro interno não vinculado ao programa – IF-UnB)

FICHA CATALOGRÁFICA

VAZ, Leandro Marcos Alves.

Física, Informática e Ensino – Propondo Material de apoio à prática com simuladores no Ensino/Aprendizagem de Eletrostática em EJA / UnB, Brasília, 2015.

148 P.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Instituto de Física.

Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física.

1. Ensino de Física. 2. Simuladores. 3. Educação de Jovens e Adultos. 4. Experimentação.
5. Eletrostática. 6. Ensino de Física – Pesquisa – Universidade de Brasília.

Dedicatória

Dedico este trabalho a dois entes queridos cujo amor incondicional guiou-me em todos os passos de minha vida. À minha vó, Maria de Lourdes (*in memoriam*) e a meu avô, Sr. João Alves Feitoza, homem de extrema inteligência e sabedoria.

Leandro Marcos Alves Vaz

Agradecimentos

A Deus, pela honra da existência e companhia nas horas de aflição.

À professora doutora Maria de Fátima Verdeaux pelos seus valiosos aconselhamentos.

À minha mãe, Sra. Jozélia Alves e ao Sr. José Raimundo pela assistência nos estudos.

À minha esposa, Anelise Braggion, pelo incentivo e compreensão nos momentos de ausência.

Ao meu Orientador Prof.Dr.Ronni Geraldo G. de Amorim pela paciência e fé neste trabalho.

Aos companheiros da Divisão Técnica Laboratorial (DTL) vinculado ao Departamento de Engenharia Elétrica - UnB pela assistência nos momentos de dificuldade.

Aos professore(a)s do Centro de Ensino Fundamental 01-CEF 01- da Cidade Estrutural, pela disposição contínua em contribuir com este trabalho.

À Sociedade Brasileira de Ensino de Física (SBF) pela realização vitoriosa do Mestrado Nacional em Ensino.

Ao Instituto de Física da Universidade de Brasília pela sua postura acolhedora e difusora de ensino em nível de excelência.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo institucional e custeio do programa.

Aos docentes e colegas do programa Mestrado Nacional em Ensino de Física, pela alegria, frustrações e vitórias compartilhadas.

E aos nossos amáveis estudantes pelo apoio e cumplicidade durante a aplicação dessa proposta de ensino.

Epígrafe

"A educação tem raízes amargas, mas os seus frutos são doces".

Aristóteles

RESUMO

O ensino de Física ministrado nas escolas públicas brasileiras dá ênfase sobremaneira aos aspectos teóricos dessa ciência, mostrando sua base filosófica e matemática, mas deixando de lado sua caracterização experimental. Talvez a ausência de laboratórios de ciências justifique essa prática. Nesse sentido, a busca de novas metodologias capazes de favorecer a percepção mais adequada dessa ciência aos nossos estudantes deve ser pensada. Como alternativas às experimentações reais, temos os ensaios através de simuladores, muitos deles são softwares gratuitos disponíveis na internet. No intuito de desenvolver um estudo sobre a utilização de simuladores no ensino, sabendo da impossibilidade de simulações sobre todos os tópicos de um dado tema, conjugamos estes programas com textos de caráter fenomenológico e/ou experimental a fim de amenizar tal limitação. Este trabalho propõe a utilização de simuladores e o debate utilizando textos de caráter fenomenológico/experimental no tema eletrostática, em turmas de 3º ano do Ensino de Jovens e Adultos (EJA), objetivando verificar as vantagens dessa metodologia. Alguns benefícios da hibridização do método tradicional com as ferramentas empregadas foram: a maior motivação dos alunos em aprender, o desenvolvimento de noções de experimentação, a socialização proativa ao aprendizado, a maior facilidade em entender alguns conceitos e a criação de atividades colaborativas capazes de diminuir a timidez em parte dos discentes.

Palavras-chave: ensino de física, simuladores, educação de jovens e adultos, experimentação, eletrostática.

ABSTRACT

The teaching of physics in Brazilian public schools emphasizes strongly the theoretical aspects of this science, showing its philosophical and mathematical basis, but neglecting its experimental character. Perhaps the lack of science laboratories explain this practice. In this sense, the search for new methodologies able to favor a more complete picture of Physics to our students should be found. As alternatives to real experiments, we have the trials through simulators, many of them are free software available on the internet. In order to develop a study on the use of simulators in teaching, knowing the impossibility of simulations on all topics in a given subject, we combine these programs with phenomenological character text / experimental in order to mitigate this limitation. This research proposes the use of simulators and the debate using phenomenological / experimental texts in electrostatic theme in groups of 3rd year EJA (Adult and Youth Education) in order to verify the advantages of this methodology. Some benefits of hybridization of the traditional method with the used tools were the main motivation of the students in learning, the development of experimental notions, proactive socialization to learning, easier to understand some concepts and the creation of collaborative activities that can reduce timidity on the part of students.

Keywords: physical education, simulators, youth and adult education, experimentation, electrostatic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- O Cone da Aprendizagem.....	20
Figura 2- Representação esquemática da Diferenciação Progressiva e da Reconciliação Integrativa.....	37
Figura 3- Pátio da escola.....	43
Figura 4- Vista do andar superior.....	43
Figura 5- Sala de informática.....	43
Figura 6- Sala de aula.....	43
Figura 7- Projeção da tela do software.....	53
Figura 8- Aluna respondendo o roteiro.....	53
Figura 9- Estudantes realizando aula prática.....	53
Figura 10- Vista em perspectiva de estudantes.....	53
Figura 11- Estudantes em atividade de leitura.....	57
Figura 12- Alunos fazendo a tarefa do texto.....	57
Figura 13- Próton (carga positiva) sendo desviado na região \vec{B} entre polos de ímã.....	86
Figura 14- Elétron (carga negativa) sendo desviado na região \vec{B} entre polos de ímã.....	86
Figura 15- Interface do software "Balões e Eletricidade".....	88
Figura 16- Tela para responder a atividade 1.....	91
Figura 17- Tela para responder a atividade 2.....	92
Figura 18- Tela para responder a atividade 4.....	94
Figura 19- Tela para responder a atividade 5.....	95
Figura 20- Tela para responder a atividade 6.....	96
Figura 21- Tela para responder as atividades 8 e 9.....	97

Figura 22- Interface do software "Taxas e Campos".....	100
Figura 23- Campo Elétrico Uniforme.....	101
Figura 24- Aspecto de campo de carga positiva.....	103
Figura 25- Aspecto de campo de carga negativa.....	103
Figura 26- Configurações de linhas de Campo Elétrico para um dipolo elétrico.....	103
Figura 27- Vetores Campo Elétrico próximo e afastado da Carga Fonte.....	104
Figura 28- Filas paralelas de cargas positivas e negativas.....	104
Figura 29- Medindo a distância e o Potencial Elétrico no campo de uma carga positiva...105	
Figura 30- Traçando as Equipotenciais.....	106
Figura 31- Interface do software "Kit de construção de circuitos DC".....	108
Figura 32- "Circuito teste".....	108
Figura 33- Testando o clipe metálico.....	109
Figura 34- Armadura metálica do arranjo de Milikan.....	111
Figura 35- Esquema simplificado do aparato de Milikan.....	111
Figura 36- Interface do software Experimento de Milikan.....	112
Figura 37- Análise do movimento de queda livre de uma microgota com resistência do ar	115
Figura 38- Análise do movimento de subida de uma microgota levando em consideração a resistência do ar e ação da força elétrica.....	115
Figura 39- Coleta de dados no software Experimento de Milikan.....	116
Figura 40- Caneta após atrito com roupa.....	121
Figura 41- Interação entre canudo e pêndulo elétrico.....	121
Figura 42- Atritando o balão no cabelo e colando-o na parede.....	121
Figura 43- Aproximação de balão eletrizado a uma lata numa superfície lisa.....	122
Figura 44- Diagrama de forças.....	124

Figura 45- Equipotenciais e campo elétrico nas proximidades da Terra.....	125
Figura 46- Equipotenciais próximas a uma pessoa no solo.....	125
Figura 47- Polarização de nuvem.....	125
Figura 48- Descarga-Piloto.....	125
Figura 49- Diversas configurações das linhas de campo.....	129
Figura 50- Equipamento produtor de linhas de campo.....	129
Figura 51- Algumas linhas de campo sendo produzidas.....	129
Figura 52- Tipos de eletrodos usados na produção de linhas de campo.....	129
Figura 53- Condução eletrolítica.....	131
Figura 54- Campo de duas cargas.....	133
Figura 55- Campo de placas paralelas e de sinais opostos.....	136
Figura 56- Campo não uniforme.....	136
Figura 57- Aspecto das linhas de campo.....	136
Figura 58- Posição dos pontos A e B relativos a Carga Fonte Q.....	137
Figura 59- Série Triboelétrica.....	138
Figura 60- Layout do CD- ROM anexo ao trabalho.....	147
Figura 61- Conteúdo do CD-ROM.....	147

LISTA DE QUADROS

Quadro1- Proposições de Novak.....	40
Quadro 2- Simuladores selecionados na internet.....	46
Quadro 3- Textos utilizados nas discussões em sala de aula.....	55

Quadro 4- Opinião dos estudantes acerca do estudo de Física com simuladores.....	63
Quadro 5- Materiais e suas características.....	110
Quadro 6- Gabarito da Atividade 1.....	112
Quadro 7- Lista de Materiais testados.....	136
Quadro 8- Resultado dos testes.....	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Desempenhos da turma 3ºA.....	47
Tabela 2- Desempenhos da turma 3º B.....	47
Tabela 3- Desempenhos da turma 3ºC.....	48
Tabela 4- Desempenhos da turma 3ºD.....	48
Tabela 5- Rendimento da turma 3º A.....	49
Tabela 6- Rendimento da turma 3º B.....	49
Tabela 7- Rendimento da turma 3º C.....	50
Tabela 8- Rendimento da turma 3º D.....	50
Tabela 9- Distância entre equipotenciais.....	104
Tabela 10- Cargas e forças experimentadas no campo elétrico.....	104
Tabela 11- Medições com Campo Elétrico "Desligado".....	115
Tabela 12- Medições com o campo Elétrico "Ligado".....	115
Tabela 13- Janela de dados coletados organizados a partir da "tecla Ordenar".....	120

GRÁFICOS

Gráfico 1- Desempenho dos estudantes brasileiros em leitura, matemática e ciências no PISA.....	35
Gráfico 2- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₁	51
Gráfico 3- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₂	52
Gráfico 4- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₃	56
Gráfico 5- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₄	56
Gráfico 6- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₅	57
Gráfico 7- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₆	58
Gráfico 8- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₇	58
Gráfico 9- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₈	59
Gráfico 10- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₉	60
Gráfico 11- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₁₀	60
Gráfico 12- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₁₁	61
Gráfico 13- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₁₂	61
Gráfico 14- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₁₃	62
Gráfico 15- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₁₄	62
Gráfico 16- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₁₅	63
Gráfico 17- Frequência relativa das respostas à pergunta P ₁₆	63
Gráfico 18- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₁	69
Gráfico 19- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₂	69
Gráfico 20- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₃	70
Gráfico 21- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₄	70

Gráfico 22- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₅	71
Gráfico 23- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₆	71
Gráfico 24- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₇	72
Gráfico 25- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₈	72
Gráfico 26- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₉	73
Gráfico 27- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₁₀	73
Gráfico 28- Frequência relativa das respostas à pergunta QS ₁₁	74
Gráfico 29- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₁	75
Gráfico 30- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₂	75
Gráfico 31- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₃	76
Gráfico 32- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₄	76
Gráfico 33- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₅	77
Gráfico 34- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₆	77
Gráfico 35- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₇	78
Gráfico 36- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₈	78
Gráfico 37- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₁₀	79
Gráfico 38- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₁₁	79
Gráfico 39- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₁₂	80
Gráfico 40- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₁₃	80
Gráfico 41- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₁₄	81
Gráfico 42- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₁₅	81
Gráfico 43- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₁₆	82
Gráfico 44- Frequência relativa das respostas à pergunta Q ₁₇	82
Gráfico 45- Queda de uma gota num meio viscoso.....	114

APÊNDICES

A- Questionário sobre perfil social.....	69
B- Questionário de opinião.....	75
C- O produto gerado.....	83
D- Roteiro de simulação Balões e eletricidade.....	88
E- Guia de Aplicação Balões e eletricidade.....	90
F- Roteiro de simulação Taxas e Campos.....	100
G- Guia de Aplicação Taxas e Campos.....	104
H- Roteiro de simulação Kit de construção de circuito DC.....	107
I- Guia de Aplicação Kit de simulação de circuitos DC.....	107
J- Roteiro de simulação Experimento de Milikan.....	111
K- Guia de Aplicação Experimento de Milikan.....	113
L- Texto: Eletrização por atrito no dia a dia.....	118
M- Comentários sobre o texto Eletrização por atrito no dia a dia.....	119
N- Texto: Discutindo Atividades Experimentais.....	121
O- Comentários sobre o texto: Atividades experimentais discutidas em sala de aula.....	123
P- Texto: A eletricidade na atmosfera.....	125
Q- Comentário sobre o texto: A eletricidade na atmosfera.....	127
R- Texto: Aspectos experimentais das linhas de força.....	129
S- Texto discutido em sala de aula: Aspectos experimentais das linhas de força.....	131
T- Texto: Condução Elétrica num meio Eletrolítico.....	133
U- Comentários sobre o texto: Condução de eletricidade num meio eletrolítico.....	134
V- O Pré-teste e o pós-teste.....	136

W- Exemplos de atividades realizadas: simulador "Balões e Eletricidade".....	139
X- Exemplos de atividades realizadas: simulador "Taxas e Campos".....	141
Y- Exemplos de atividades realizadas: simulador Kit de construção de circuitos DC.....	144
Z- Exemplos de atividades realizadas: simulador "Experimento de Milikan"	145
A.1- Layout do CD-ROM anexo ao trabalho.....	147

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	18
CAPÍTULO 1-O ENSINO DE EJA E A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO.....	22
1.1- A Educação de Jovens e Adultos (EJA).....	22
1.2- A importância da Experimentação no Ensino.....	26
CAPÍTULO 2-FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS E EDUCAÇÃO.....	27
2.1- Objetos de Aprendizagem.....	27
2.2- Experimentos Reais X Simuladores.....	29
CAPÍTULO 3 -EDUCAÇÃO E LEITURA.....	32
3.1- A Relevância Educacional da Leitura.....	33
3.2- A Importância da Utilização de Textos no Ensino.....	36
CAPÍTULO 4 -REFERENCIAL TEÓRICO.....	36
4.1- Teoria de Aprendizagem Significativa de David P.Ausubel.....	36
4.2- Teoria de Educação de Joseph D. Novak.....	38
4.3- Modelo de Bob Gowin.....	40
CAPÍTULO 5-DA METODOLOGIA EMPREGADA E SEUS RESULTADOS.....	42
5.1- Metodologia.....	42
5.2- Considerações finais e Perspectivas.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66

INTRODUÇÃO

A internet e os dispositivos eletrônicos são cada vez mais comuns no cotidiano de crianças e jovens e estão sendo utilizados com frequência na sala de aula. O jeito de aprender mudou: os estudantes têm acesso — com um arraste de dedos na tela — a um mundo de informações que, às vezes, nem o professor sabe. Há, agora, um compartilhamento de dados, histórias e curiosidades em que o educador precisa apenas orientar. *Uma das evidências disso é que 82% dos estudantes fazem suas pesquisas para a escola por meio da web* (BRASIL, 2013). É o que diz o estudo do Comitê Gestor da Internet no Brasil (CGI.br), que mediu o uso das tecnologias nos colégios brasileiros em 2013. *Foram avaliadas 650 escolas, das quais 497 públicas e 153 particulares. Nestas últimas, 21% têm computadores na sala de aula — proporção cinco vezes maior que os 4% do primeiro grupo* (BRASIL, 2013).

A pesquisa mostra que 55% dos docentes e 51% dos coordenadores pedagógicos das escolas públicas acreditam que o número de equipamentos por aluno limita o uso do computador e da internet na escola (BRASIL, 2013). Outra barreira mencionada por eles é a baixa velocidade na conexão com a rede. Ainda assim, há um progresso nas instituições de ensino do governo: 65% dos docentes utilizam tecnologias para ensinar os alunos a usar as máquinas (MACHADO, 2013). Sobre a busca de alternativas ao ensino tradicional e o papel do computador nesse novo paradigma, convém enfatizarmos a visão de (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003):

São conhecidas as dificuldades que muitos alunos apresentam na compreensão dos fenômenos físicos. Entre as razões do insucesso na aprendizagem de Física são apontados métodos de ensino desajustados das teorias de aprendizagem mais recentes, assim como falta de meios pedagógicos modernos. A necessidade de diversificarem métodos para combater os insucessos escolares, que é particularmente nítido nas ciências exatas, conduziu ao uso crescente e diversificado do computador no ensino de Física. O computador oferece atualmente várias possibilidades para ajudar a resolver os problemas de insucesso das ciências em geral e da Física em particular.

A utilização de simuladores apresenta-se como ferramenta alternativa ao ensino de muitas disciplinas. Em Física, por exemplo, os simuladores, por serem modeladores de fenômenos, podem promover discussões instigantes e servir de material complementar ao

professor em suas aulas. Nas escolas onde há carência de laboratórios, conforme salienta (GILBERT, 2005):

Modelos podem funcionar como uma ponte entre a teoria científica e o mundo-como-experimentado ("realidade") de duas formas. Eles podem ser esboços simplificados da realidade como observada (fenômenos exemplo), produzidos com objetivos específicos aos quais as abstrações da teoria são então aplicadas. Eles também podem ser idealizações de uma realidade-como-imaginada, baseadas nas abstrações da teoria, produzidas de forma tal que possam ser feitas comparações com a realidade-como-observada, e, desta forma, usadas para tornar visíveis abstrações e crucialmente fornecer base para previsões sobre fenômenos e suas explicações científicas.

Diante disso, uma boa forma de discutir com os alunos os processos de modelagem e simplificações na ciência é confrontar (mediante debate) o modelo com situações reais sendo o professor o intermediador dessa ação. Conforme assinala (FILHO, 2010):

Para atingir os objetivos propostos, os aplicativos precisam ser materiais potencialmente significativos, fazendo ligação entre o conhecimento prévio dos alunos e o novo conhecimento apresentado, vislumbrando a consolidação, revisão e diferenciação dos conceitos trabalhados anteriormente. A metodologia de aulas expositivas com ênfase no diálogo e discussões orais, através da utilização dos aplicativos permite apresentar e analisar um dado fenômeno ou conceito físico numa perspectiva de camadas de interatividade com multiplicidade de linguagens, com o intuito de lançar questionamentos à turma por meio da análise do fenômeno em sua forma dinâmica e interativa.

Assim, o importante não é a simples manipulação de softwares, e sim o envolvimento comprometido com a busca de soluções ou respostas bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente de pensamento. Ainda sobre a prática em sala de aula, podemos destacar a visão do educador norte-americano Edgar Dale que propôs, na década de 50, o que ficou conhecido como “Cone da Aprendizagem”. Observando o cone, concluímos que a melhor maneira de produzir um aprendizado significativo e duradouro é pelo uso de métodos que promovam a participação direta das pessoas. Embora não se deva considerar tal arranjo como algo rigorosamente válido do ponto de vista científico, suas ideias sobre a influência da prática no aprendizado dos indivíduos é bastante interessante conforme podemos observar na FIGURA 1.

O Cone de Aprendizagem nos mostra que quanto mais ativa for a participação do sujeito, melhor será o aprendizado e mais duradoura a retenção da informação; e quanto mais

passivo for o ensino, menor será o aprendizado, e a retenção ficará comprometida. Assim, a conjugação de atividades diversas à prática pedagógica justifica-se no sentido de conduzir a aprendizagem dos estudantes a maiores níveis. Logo, atividades monolíticas exprimem menores percentuais de memorização, segundo o esquema de Dale.

Cone da aprendizagem			
Depois de 2 semanas, costumamos nos lembrar de		Natureza do envolvimento	
90% do que falamos e fazemos	Fazendo algo real	Fazendo	Ativo
	Simulando uma experiência real		
	Fazendo uma apresentação dramática		
70% do que falamos	Conversando	Participando	
	Participando de uma discussão		
50% do que ouvimos e vemos	Vendo algo feito no local	Recebendo estímulo visual	Passivo
	Assistindo a uma demonstração		
	Olhando uma exposição		
	Assistindo a um filme		
30% do que vemos	Olhando fotografias		
20% do que ouvimos	Ouvindo palavras	Recebendo estímulo verbal	
10% do que lemos	Lendo		

Fonte: Edgar Dale (Traduzido para o português por Paulo Berguil)

FIGURA 1- O Cone de Aprendizagem (com adaptações).

Fonte: http://www.vdl.ufc.br/solar/aula_link/llpt/A_a_H/didatica_I/aula_04/04.html

Pesquisado em: 13/04/2014.

Nosso interesse, com este trabalho, é verificar o impacto da utilização de simuladores disponíveis gratuitamente na internet e textos de caráter fenomenológico/experimental que abram debates sobre práticas laboratoriais no ensino, especificamente no tema de eletrostática devido a seu alto grau de abstração. Como produto de nosso trabalho, compilamos, em um CD-ROM, uma coletânea de simuladores interativos e roteiros de aplicação, bem como os textos trabalhados em conjunto ao método tradicional com orientações aos docentes - na forma de guia de aplicação- visando dar aos professores interessados um caráter mais prático à suas aulas. Este estudo foi aplicado em turmas do 3º ano do segmento Educação de Jovens e Adultos (EJA) da rede pública de ensino do Distrito Federal.

Em linhas gerais, a apresentação desta dissertação foi organizada da seguinte forma:

No capítulo 1, abordaremos a modalidade de ensino EJA -Educação de Jovens e Adultos- dando enfoque às características dos indivíduos atendidos por esse segmento educacional, seus objetivos fundamentais e a justificativa de aplicação desse estudo a esses

discentes. Ainda nesse capítulo, faremos uma suave digressão sobre a importância da experimentação no ensino.

No capítulo 2, trataremos da descrição dos objetos educacionais, seus benefícios e suas limitações quando confrontados com ensaios de experimentação real.

No capítulo 3, discutiremos a relevância educacional da leitura e a importância da implementação de textos pelos professores nas diversas áreas do saber, a fim de melhorar a proficiência em leitura dos alunos brasileiros e seu *status quo* frente aos padrões internacionais.

No capítulo 4, abordaremos as teorias educacionais de David Ausubel, Joseph Novak e Bob Gowin, arrolando suas definições e miscelânea de ideias, para, a partir delas, consolidar a base de nosso estudo.

No capítulo 5, traremos à tona a metodologia e a análise de resultados, onde as conclusões pertinentes darão ensejo aos comentários relativos às benesses e limitações da utilização do método proposto, coadunando-se, dessa maneira, como arremate do trabalho.

Nas considerações finais, vicejamos os aspectos gerais relativos aos dados, resultados e metodologia usada, tecendo alguns aconselhamentos aos docentes simpatizantes de nossa empreitada.

CAPÍTULO 1

O ENSINO EM EJA E A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO

Nesse capítulo, daremos enfoque à educação em EJA, seus objetivos e seu papel como modalidade de ensino. De maneira subsidiária, discutiremos também a importância da experimentação em sala de aula.

1.1 - A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA)

O artigo 37 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional traz em seu cerne o público-alvo da EJA, *in verbis*: "A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria" (BRASIL, 1996). Nesse sentido, a falta de correlação idade-série escolar adequada pode ser explicada, na maioria das vezes, pelo fato de tais estudantes serem inseridos precocemente no mercado de trabalho. Então, em sala de aula, é comum o professor lecionar a profissionais variados, como: marceneiros, pedreiros, vendedores, empregadas domésticas e outros tantos cujo objetivo principal seja evoluir de emprego, além da atualização curricular. Por isso, a implementação de metodologias capazes de envolver e desenvolver esses indivíduos é desafiante, dado seu cansaço e imersão no contexto em que vivem acúmulo exaustivo de papéis sociais.

Segundo alude o Conselho de Educação Básica -CEB-, as funções precípua dessa modalidade de educação são: a função reparadora, a função equalizadora e, também, a função qualificadora (BRASIL, 2000).

Relativamente à função reparadora, a EJA representa uma dívida social para com os que não tiveram acesso e nem domínio da escrita e leitura como bens sociais, na escola ou fora dela. Assim, a Educação de Jovens e Adultos é um esforço da Nação em favor da igualdade de acesso à educação como bem social, parte deste princípio e sob esta luz deve ser considerada, como nas palavras de (PORTO, 2008):

Suas raízes são de ordem histórico-social. Esta realidade resulta do caráter subalterno atribuído pelas elites dirigentes à educação escolar de negros escravizados, índios, caboclos e trabalhadores braçais, entre outros. Impedidos da plena cidadania, os descendentes destes grupos ainda hoje sofrem as consequências desta realidade histórica como prova as estatísticas oficiais. Estes segmentos sociais, negros e índios, não eram considerados como titulares do registro maior da modernidade: uma igualdade que não reconhece qualquer forma de discriminação e de preconceito com base em origem, raça, sexo, cor, idade, religião e sangue entre outros. Por isso, fazer a reparação desta realidade, é um imperativo e um dos fins da EJA porque reconhece o advento para todos deste princípio de igualdade. Desse modo, a função reparadora da EJA, significa não só a entrada no circuito dos direitos civis pela restauração de um direito negado: o direito a uma escola de qualidade, mas também o reconhecimento daquela igualdade de todo e qualquer ser humano. Desta negação, evidente na história brasileira, resulta uma perda: o acesso a um bem real, social e importante.

É a função equalizadora da EJA que vai dar equidade aos trabalhadores e a tantos outros segmentos sociais participantes desse segmento educacional, haja vista a existência de donas-de-casa, migrantes e aposentados nele, sobre essa visão cumprimos destacar:

[...] a fim de colocar indivíduos desiguais por nascimento nas mesmas condições de partida, pode ser necessário favorecer os mais pobres e desfavorecer os mais ricos, isto é introduzir artificialmente, ou imperativamente, discriminações que de outro modo não existiriam... Desse modo, uma desigualdade torna-se instrumento de igualdade pelo simples motivo de que corrige uma desigualdade anterior: a nova igualdade é o resultado da equiparação de duas desigualdades. (PORTO, 2008).

A função qualificadora da EJA é a tarefa de propiciar a todos a atualização de conhecimentos por toda a vida. Mais do que uma função, ela é o próprio sentido da EJA. Ela tem como base o caráter incompleto do ser humano. É um apelo para a criação de uma sociedade educada para o universalismo, a solidariedade, a igualdade e a diversidade. Na base da expressão “potencial humano” sempre esteve o poder se qualificar, se requalificar e descobrir novos campos de atuação. Daí pode abrir diversas oportunidades, como tornar-se um intelectual, ou descobrir uma nova vocação pessoal e profissional (PORTO, 2008). À guisa dessas ideias, convém transcrevermos os excertos:

A educação de adultos torna-se mais que um direito: é a chave para o século XXI; é tanto consequência do exercício da cidadania como condição para uma plena participação na sociedade. Além do mais, é um poderoso argumento em favor do desenvolvimento ecológico sustentável, da democracia, da justiça, da igualdade entre os sexos, do desenvolvimento socioeconômico e científico, além de um requisito fundamental para a construção de um mundo onde a violência cede lugar ao diálogo e à cultura de paz baseada na justiça". (BRASIL, 2000).

Muitos jovens e adultos ainda não empregados, desempregados, empregados em ocupações precárias podem encontrar nos espaços da EJA, seja nas funções de reparação e de equalização, seja na função qualificadora, um lugar de melhor

capacitação para o mundo do trabalho e para a atribuição de significados às experiências socioculturais trazidas por eles. (BRASIL, 2000).

Em síntese, nosso interesse em ministrar este trabalho ao público da EJA, deve-se a múltiplos fatores, dentre eles: a carência de novas metodologias ao lecionar Física, principalmente àquelas que valorizem o teor experimental dessa disciplina, a falta de material didático escrito oficialmente adotado pela Secretaria de Educação do Distrito Federal, confeccionado a partir das peculiaridades desses trabalhadores-estudantes, o maior número de aulas semanais da disciplina Física (3 aulas em EJA, ao invés de 2 no ensino regular), o menor número de estudantes por turma, a pouca alfabetização digital dos indivíduos, a receptividade em aprender e o intuito contribuir com desenvolvimento no ensino desse segmento, sendo que o desdobramento imediato dos resultados obtidos vêm a instigar o aprimoramento do método e sua posterior aplicação às demais modalidades educacionais.

1.2 - A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO

Muitas são as justificativas da ausência de experimentação no ensino, dentre elas, podemos enumerar: a precária formação experimental dos professores, o número excessivo de aluno por turma, a ausência de horários específicos para as práticas, o estímulo das escolas em um ensino meramente tradicionalista, a ausência de espaços físicos, a carência de materiais, entre tantas outras (VILAÇA, 2012). No entanto, os prejuízos advindos dessa conduta comprometem a visão realista dos discentes ao saber científico, pois a experimentação tem um papel crucial na ciência, visto que, é a partir dela que podemos relacionar os fenômenos do mundo que nos cerca e as teorias concebidas da lógica humana. Alguns autores reforçam esta visão, conforme o comentário a seguir:

O que é ensinado nas escolas muitas vezes foge do cotidiano dos alunos, as relações entre o cotidiano e a disciplina de Física não são abordadas nas salas de aula e com isso, os alunos não veem interesse pela Física, pois essa se mostra facetada no cientista, praticada somente por este ser laboratorial (VILAÇA, 2012).

Por conseguinte, temos que a ausência de ensaios experimentais prejudica toda lógica educacional da ciência Física porque o contato com o fenômeno fica restrito ao imaginário pessoal, cerceando sua relação com a realidade. Assim, implementar tais atividades no ensino e discutir sua finalidade torna-se imprescindível para o amadurecimento científico do binômio aluno-professor.

Para muitos professores, a função do experimento é comprovar a teoria, no entanto, este entendimento é limitado, porque toda teoria pode ser posta em xeque, caso novas evidências experimentais assim apontem. Nesse sentido, são válidos os ensinamentos a seguir:

Já está ultrapassada a ideia da experiência serve da teoria, sendo o seu propósito testar hipóteses. A experiência não é uma atividade monolítica, mas uma atividade que envolve muitas ideias, muitos tipos de compreensão e também muitas capacidades. Ela tem vida própria (PRAIA; CACHAPUZ; GIL- PÉREZ, 2002).

Existem muitos professores que pensam ser possível comprovar a teoria através da prática, imaginando ser essa a função da experimentação no ensino. O correto seria imaginar o inverso: que através da prática realizada pelos alunos, se consiga chegar "por descoberta", a uma determinada teoria, ou a repensar a teoria que foi estudada anteriormente, ou até mesmo tentar compreender um determinado conteúdo antes da teoria" (SILVA; ZANON, 2000).

Contudo, em uma dimensão mais ampla da experimentação em sala de aula, é pertinente considerarmos outro comentário:

As atividades experimentais podem proporcionar aos alunos o desenvolvimento de vários tipos de habilidades, ao mesmo tempo, podem proporcionar ao professor momentos de aprendizagem, melhorando assim, continuamente, sua postura didática (REGINALDO et. al. ,2012).

Como habilidades desenvolvidas nas práticas experimentais pelo estudante, podemos considerar: o questionamento, o senso investigativo, a formação de conceitos prévios, a reconstrução de conceitos e o desenvolvimento da sua socialização. Por parte do professor, ele pode detectar as reais dificuldades dos estudantes e se empenhar em saná-las já que nestas atividades a relação professor-aluno torna-se mais próxima.

Neste trabalho, propomos a utilização de simuladores e textos como ferramentas idôneas à aproximação entre teoria e prática, uma vez que nas escolas públicas o ensino em

laboratórios é realizado por uma minoria, nesse sentido, compartilhando a mesma opinião, convém destacarmos:

Na maioria das escolas, principalmente escolas públicas, não há condições mínimas para a execução de atividades experimentais ou de demonstração. Muitos dos professores que optam por introduzir atividades experimentais arcam com os custos de obtenção de materiais, guias didáticos, dentre tantos outros. Por isso, muitos não lançam olhares para as atividades experimentais. Em muitas escolas não há laboratórios tal que, muitas das atividades são executadas na própria sala de aula. Se por um lado isso é bom, pois diminuiria os problemas quanto ao deslocamento da turma para o laboratório, ao agendamento de uso do laboratório e de materiais, dentre outros; por outro lado, a ausência de atividades experimentais em um espaço apropriado pode desestimular o aluno, pois muitos alunos querem fazer suas investigações, verem com os próprios olhos como tudo ocorre em um laboratório, visto que, na visão de muitos, a Física só é legível nesses laboratórios (VILAÇA, 2012).

Mais uma vez arrolam-se muitas justificativas, de caráter genuinamente estrutural, porém, a essência dessa omissão por parte dos docentes pode ser concebida pelo excerto a seguir:

O “fracasso experimental” quase generalizado nas escolas se evidencia, com certa frequência, a partir de um tipo de relação com o saber profissional de simples emprego e não de vocação. O afastamento desta última condição para o de simples “ganha pão”, dada pela primeira condição, parece ter origem na entrada da universidade ou durante a profissão. Na primeira situação, há indicações de que a opção profissional escolhida se deu por equívoco ou por conveniência. A opção equivocada se evidencia na medida em que o pré-universitário adentra num curso universitário por desinformação e persiste no mesmo com indesejável sentimento. A última opção é compreendida, principalmente, pela maior facilidade de concorrência nos exames, sendo que os compromissos ou desejos se acham essencialmente externos à carreira. Outra situação acontece quando se adentra ao curso por afinidade ou ilusão vocacional que se vão progressivamente volatilizando em razão da desilusão com a própria formação ou com a dura realidade que se depara o licenciando frente às condições de trabalho (LABÚRU; BARROS; KANBACH, 2007).

Visto que haja pouca difusão dos saberes experimentais na escola, minha intenção é dar amparo à consolidação do Ensino de Física mais próximo do verdadeiro saber científico, com um viés alternativo ao laboratório didático, pois defendo a utilização de novas maneiras de conceber noções de prática experimental utilizando ferramentas computacionais e outras tantas complementares a elas, porque esse arcabouço é importante para atenuar a distorção presente no ensino de ciências praticado em nossas escolas hoje.

CAPÍTULO 2

FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS E EDUCAÇÃO

Nesse capítulo, daremos ênfase aos benefícios e limitações da utilização dos objetos educacionais no ensino. Embora essas ferramentas possuam um grande potencial didático, sua utilização deve passar por um estudo metodológico prévio. As considerações sobre esse planejamento encontram-se nas linhas que seguem.

2.1 - OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Segundo a definição proposta pelo Learning Technology Standards Committee, da IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers): *Objetos de aprendizagem são qualquer entidade, digital ou não, que pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada no processo de aprendizagem apoiada em tecnologias (IEEE/LTSC, 2000).*

Objetos de Aprendizagem incluem multimídia, páginas da web, recortes textuais, animações e simulações computacionais encontrados facilmente na internet (FILHO, 2010).

Atualmente, os objetos de aprendizagem podem ser encarados como materiais importantes no processo de ensino e aprendizagem, pois nos fornecem a capacidade de simular e animar fenômenos, entre outras características, assim como, reutilizá-los em vários outros ambientes de aprendizagem. Eles podem ser encontrados na internet, através de repositórios, proporcionando, a redução de custos de produção de materiais educacionais (SANTOS *et al.*, 2007). Além disso, eles surgem como um recurso capaz de potencializar a reestruturação de práticas pedagógicas, criando novas maneiras de refletir sobre o uso da comunicação, da informação e da interação.

Conforme Singh (2001), um objeto de aprendizagem deve ser estruturado e dividido em três partes bem definidas, pois essa estrutura diferencia o recurso de outras tecnologias aplicadas à educação e possibilita a produção de conhecimento. Essas partes são:

Objetivos: Sua finalidade é demonstrar ao aluno o que pode ser aprendido a partir do estudo desse objeto de aprendizagem, além dos conceitos necessários para um bom aproveitamento do conteúdo.

Conteúdo instrucional ou pedagógico: Parte que apresenta todo o conteúdo necessário para que, ao término, o aluno possa atingir os objetivos definidos;

Prática e feedback: A cada final de utilização, julga-se necessário que o aluno registre a interação com o objeto para a produção do conhecimento; isto é, confirma-se se as hipóteses ou opções do aluno estão corretas ou são dadas orientações para ele continuar buscando novas respostas.

Contudo, para que ocorra o diferencial proposto por Singh (2001), é importante que ocorram interações entre os sujeitos envolvidos, uma vez que a ferramenta deve viabilizar potencialidades cognitivas e não apenas a "instrução pela instrução" posto que teríamos as mesmas ineficiências do método tradicional.

A implementação de objetos educacionais de simulação nas aulas de física, em detrimento ao laboratório tradicional, tem como vantagens:

Acessibilidade: Possibilidade de acessar recursos educacionais em um local distante e usá-los em vários outros locais (IEEE/LTSC, 2000);

Interatividade: Relação entre o indivíduo e o sistema computacional por meio de interfaces gráficas. Segundo (PADOVANI; MOURA, 2008), "interatividade é uma característica variável que se refere o quão proativo a configuração do sistema permite que o usuário seja durante o processo de interação, podendo ser medida em níveis". Quanto maior o nível de interatividade, maior será a profundidade e o envolvimento do aluno dentro do sistema. Essa característica influencia na compreensão da informação assim como na tomada de decisão e na sensação de controle sobre os resultados a serem obtidos pelo usuário (PADOVANI; MOURA, 2008). As tecnologias interativas são muito utilizadas quando o interesse é o desenvolvimento de habilidades.

Flexibilidade: São construídos de modo flexível, possuindo início, meio e fim, podendo ser reutilizados sem manutenção (SPINELLI, 2005);

Durabilidade: Garantia do reuso dos objetos de aprendizagem, mesmo com a mudança de tecnologia do ambiente no qual está acoplado sem re-projeto ou recodificação (IEEE/LTSC, 2000).

Nessa toada, a utilização de dispositivos computacionais capazes de reproduzir fenômenos físicos nos parece seguir esse rol de vantagens e o professor pode buscar essas ferramentas gratuitamente na internet a fim de desenvolver roteiros de aplicação que tornem o ensino de física mais motivador e envolvente. Contudo, é importante salientar que nesse trabalho não proponho a substituição das práticas experimentais tradicionais, mas a complementação delas com os simuladores. Ademais, convém ressaltar que o uso dos ensaios simulados e demais materiais aqui propostos são elementos alternativos às escolas onde não haja possibilidade de reproduzir experiências demonstrativas reais.

2.2 - EXPERIMENTOS REAIS X SIMULADORES

Na docência em Física, podemos ressaltar a dificuldade do aluno em relacionar a teoria desenvolvida em sala de aula e a aplicabilidade do assunto em sua vida. Considerando que a teoria é feita de conceitos que são abstrações da realidade, podemos inferir que o aluno que não reconhece o conhecimento científico em situações do seu cotidiano, não foi capaz de compreender a teoria.

Na opinião de muitos docentes, para compreender a teoria é preciso experimentá-la. A realização de simulações, em Física, representa uma excelente ferramenta para que o aluno faça a experimentação do conteúdo e possa estabelecer a dinâmica e indissociável relação entre teoria e prática. Parece haver maior significância dessa metodologia em relação à simples memorização da informação com a resolução de exercícios pelo método tradicionalmente empregado nas salas de aula. Nesse diapasão, é oportuno citar: *A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação (GUIMARÃES, 2009).*

Os experimentos trazem em seu bojo a estratégia de motivação, a oportunidade de ensinar e aprender por investigação, a imersão do aluno e do professor num contexto

dialógico pela busca do conhecimento e um ensino onde a atitude diante de procedimentos científicos mostra a relevância do que se aprende. Contudo, a tentativa de substituí-los por ensaios simulados merecem cuidado. Acerca desse fato, é pertinente a asserção:

A eficiência didática e, principalmente, a capacidade de aquisição de conhecimento proporcionada pela aplicação de softwares simuladores em experimentos práticos requer uma investigação científica criteriosa para cada área de conhecimento antecipadamente à oferta destes cursos, para que seja possível um planejamento metodológico adequado do desenvolvimento das habilidades e competências esperadas com a devida dosagem de teoria, experimentação real e experimentação simulada (FIALHO; MENDES, 2004).

Segundo os autores supracitados, alguns fatores, estudados em pesquisas de aplicabilidade de ferramentas virtuais, justificam esta dosagem criteriosa da aplicação destes recursos, são eles:

- 1- Possibilidade de falsa geração de habilidades e destrezas relacionadas ao saber fazer;
- 2- Insegurança ou indeterminação por parte dos estudantes em situações práticas reais após ter sido submetido apenas a dispositivos simulados, sem riscos e sem prejuízos como acontecem com experimentos reais;
- 3- Desenvolvimento limitado de habilidades motoras;
- 4- Falsa sensação de domínio do tema em estudo por parte dos alunos ao completarem, com êxito, os experimentos simulados;
- 5- Dosagem de experimentos reais mínimos necessários para se proporcionar aos alunos um contato inicial com instrumentos e componentes reais levando-os a potencialização didática das ferramentas simuladas;
- 6- Ausência de avaliação e realimentação contínua do desenvolvimento dos ensaios por parte do professor;
- 7- Ferramentas ainda pouco aprimoradas no que diz respeito à interação professor-aluno no desenrolar dos experimentos;

Outro ensinamento importante advindo dos eméritos autores em tela, versam sobre as limitações de metodologias com simuladores:

Muito embora existam na atualidade simuladores de altíssimo grau de detalhamento e sofisticação tecnológica, diversos aprimoramentos ainda devem ser implementados no sentido de torná-los efetivamente didáticos, proporcionando maior interação entre professor e aluno durante o processo de experimentação remota" (FIALHO; MENDES, 2004).

Apesar das ressalvas inerentes aos ensaios de experimentação simulada, acreditamos em seu benefício didático àqueles estudantes que não têm infraestrutura adequada em suas escolas, que continuam tendo suas aulas de física no enfadonho sistema professor e quadro negro, numa abordagem puramente limitada da prática em ciência. Compartilhando dessa visão, podemos citar (PIRES, 2005):

Os laboratórios de ensino de Física, geralmente desaparelhados, estão se tornando depósitos de experiências demonstrativas. Afora os colégios particulares, os colégios públicos raramente possuem algum equipamento experimental de Física. Torna-se impraticável um professor preparar: atividades, experiências/equipamentos e toda infraestrutura necessária para grupos de 40 alunos. Simulações interativas podem, e foram exploradas no sentido de complementar o tradicional uso do laboratório.

Considerando que os problemas relacionados ao ensino de Física não podem ser imputados exclusivamente à ausência de laboratório ou mesmo a carência de metodologias que enfoquem a experimentação didática, as dificuldades inerentes ao aprendizado da disciplina conduzem à necessidade de reavaliação dos objetivos das aulas e das ferramentas utilizadas pelo professor em seu magistério. Talvez, adotar uma postura de magistério com instrumentos tecnológicos e institutos capazes de fomentar o amadurecimento de habilidades imprescindíveis ao entendimento dos assuntos, como textos e simuladores, possam dar um horizonte diferenciado aos alunos frente aos temas da Física, posto que o método tradicional tem dado indícios da necessidade de otimização.

CAPÍTULO 3

EDUCAÇÃO E LEITURA

Neste capítulo, traremos à luz comentários acerca da importância da leitura. Veremos que as opiniões a seguir, incentivam à participação efetiva de professores de outras disciplinas, além dos docentes de Língua Portuguesa, no desenvolvimento desta ação imprescindível ao aprendizado escolar.

3.1 - A RELEVÂNCIA EDUCACIONAL DA LEITURA

A palavra leitura é proveniente do termo latim "Legere" que significa conhecer, descobrir ou interpretar. A leitura é fundamental para o amadurecimento cognitivo humano porque é a partir dela que desenvolvemos a criatividade, o vocabulário, a interpretação de textos e passamos a interagir com o mundo de maneira diferente, conforme salienta (SABINO, 2008):

Os analfabetos no sentido literal do termo e os analfabetos funcionais são pessoas que sentem, a cada passo, o peso da exclusão social. Ela manifesta-se de diversas formas, entre as quais, por exemplo, a falta de autonomia para se orientar numa zona desconhecida de uma cidade, a deficiente compreensão de um filme legendado, o não acesso a informações que diversas entidades e organizações afixam nas suas vitrines. São dificuldades reais da vida quotidiana que afetam a qualidade de vida destas pessoas.

A criatividade proveniente do ato de ler manifesta-se nos exercícios mentais de conceber algo sem recorrer a uma imagem, seja ela real, televisiva ou cinematográfica. Albert Einstein, em certo contexto, disse: "a imaginação é mais importante que o conhecimento". Tal afirmação, poderia ser introduzida na escola como "a imaginação é tão importante quanto o conhecimento". Assim, promover a leitura significa incentivar os estudantes a perceber as disciplinas de maneira a transpor o conhecimento em análise e utilizá-lo nos diversos contextos de sua vida.

A leitura também nos possibilita aprender o significado das palavras, tentar descobrir o sentido que o autor deu a elas e comparar a própria experiência com as descritas no texto, descobrir novos saberes e reformular os antigos. Tal atitude nos leva ao questionamento e ao amadurecimento vocabular, pois a partir dessa íntima investigação das palavras, adquirimos novos termos e nos empenhamos em descodificá-los.

O baixo nível de leitura dos estudantes é interpretado, muitas vezes, como uma negligência das aulas de Língua Portuguesa. Porém, ensinar a ler é tarefa indispensável a todos os docentes, uma vez que para buscar soluções para os problemas de Matemática ou Ciências Naturais o aluno necessita de pleno entendimento da situação em foco e a sinergia da compreensão, imaginação e interpretação são essenciais a esse trabalho. Compartilhando dessa opinião, podemos citar (SABINO, 2008):

Já na escola, os professores continuarão a desenvolver estratégias adequadas ao nível etário dos seus alunos, em sala de aula, com o objetivo de lhes criar a necessidade de ler. Tais estratégias não dizem só respeito aos professores das disciplinas de línguas. Dizem respeito a todos os professores, desde a Educação Física às Ciências Experimentais e Naturais até à Matemática. A leitura reflexiva é essencial para desenvolver o conhecimento em diversos ramos do saber e para desenvolver aplicações diversas. Não se pode esquecer que a compreensão de muitos fenômenos vividos no quotidiano e a construção de muitas das maravilhas da tecnologia de que a sociedade beneficia-se atualmente são fruto da conjugação de conhecimentos provenientes de diferentes áreas disciplinares. Por conseguinte, a comunicação, imprescindível para estabelecer ligações entre as diferentes áreas disciplinares, implica leitura reflexiva de diferentes textos e clareza na troca de conhecimentos.

Portanto, o desenvolvimento da leitura é de extrema valia para o estudante ter sucesso nas diferentes disciplinas escolares. Assim, nossa intenção em inserirmos debates com textos de física versando sobre fenômenos e experimentos coadunam-se com a relevância fundamental do amadurecimento da leitura em nossos alunos.

3.2 - A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE TEXTOS NO ENSINO

Os baixos índices de leitura e proficiência em ciências naturais de estudantes brasileiros nas edições do Programme for International Student Assessment (PISA) -Programa

Internacional de Avaliação de Estudantes -realizado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) a cada três anos, indicaram que o Brasil, apesar de ter melhorado seu desempenho em leituras nas últimas avaliações, ainda apresenta um índice significativamente abaixo da média da (OCDE).

Em 2009, a pontuação dos alunos ficou em 412 nesta categoria, na qual a nota máxima registrada foi em torno de 554. Esse desempenho lhe confere a 53ª posição, em um total de 65 países que fizeram o exame e o nível 2 de aprendizagem, numa escala que varia de 1 a 6. Isso quer dizer que os alunos conseguem compreender apenas parte limitada do texto e somente são capazes de fazer inferências de baixo nível (PISA, 2012). Alguns dados desse programa podem ser analisados no GRÁFICO 1.

Assim, na esperança de melhorar a proficiência em leitura, cabe aos docentes de todas as disciplinas implementarem atividades que exercitem a interpretação de textos com possíveis debate sobre eles. Em um estudo relacionado a utilização de textos de divulgação científica -TDC-, muitos docentes levantam as seguintes vantagens em se trabalhar textos em sala de aula (FERREIRA, 2012):

- a. Fomentar hábitos de leitura no contexto escolar;
- b. Favorecer a compreensão sobre aspectos da produção do conhecimento científico;
- c. Promover o interesse dos alunos em sala de aula;
- d. Estimular o pensamento crítico dos alunos;
- e. Fomentar discussões e debates em sala de aula;
- f. Favorecer a aprendizagem de conceitos;
- g. Desenvolver nos alunos habilidades de comunicação oral e escrita;

BRASIL NO PISA

Veja a pontuação brasileira no exame de matemática, leitura e ciências da OCDE

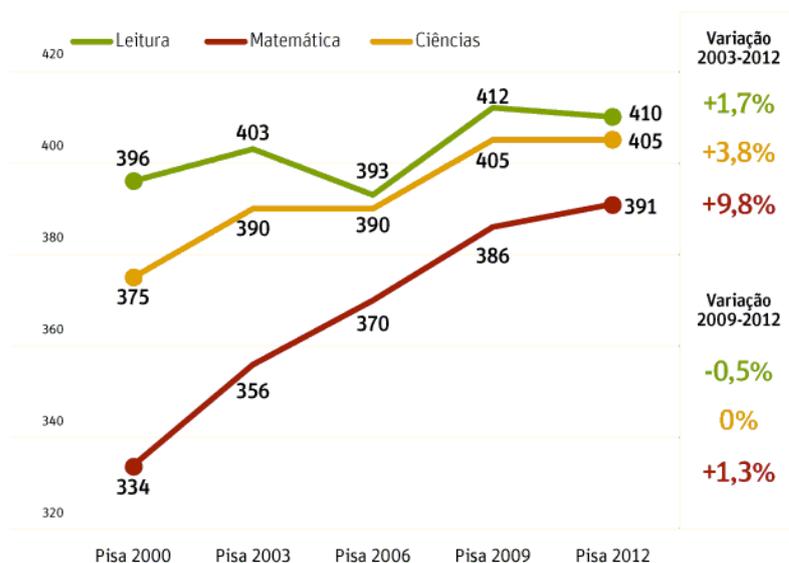


GRÁFICO 1- Desempenho dos estudantes brasileiros em leitura, matemática e ciências no PISA.

Fonte: <http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2013/12/1379972-entre-os-piores-do-mundo-emensino-brasil-melhora-nota-mas-em-ritmo-menor.shtml>. Pesquisado em: 10 /05/ 2014.

Em Física, após a explicação do conteúdo, o docente direciona suas aulas aos exercícios. Muitas vezes, quando os estudantes se deparam com as situações-problema subjazem as dificuldades de interpretação relativa às informações dadas pelo exercício, fato que compromete sobremaneira sua resolução. Assim, desenvolver o vocabulário científico e a capacidade de interpretação dos exercícios torna-se necessidade premente para aqueles que lecionam essa disciplina. Nesse trabalho, proponho a leitura de textos de caráter fenomenológico/experimental, visando promover uma formação mais completa na ciência Física, onde o arcabouço teórico e algumas situações experimentais podem ser discutidas em sala de aula, bem como o questionamento dos alunos é motivado e o estudante rompe a sua passividade frente ao conhecimento transmitido pelo professor dando ao ambiente escolar mais visão crítica por parte de seus envolvidos além da necessária evolução interpretativa das inúmeras situações em foco estarem sendo praticadas.

CAPÍTULO 4

REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, algumas teorias de aprendizagem cognitiva são postas em destaque, são elas: a teoria de Ausubel, Novak e Gowin. Na essência dessas teorias estão os conceitos de aprendizagem significativa, relação professor-aprendiz, contexto e conhecimento, além de considerações acerca dos materiais potencialmente significativos, respectivamente. Esse acervo teórico fomentou o embasamento deste trabalho.

4.1 - TEORIA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID P. AUSUBEL

Segundo Ausubel, para que ocorra aprendizagem significativa é necessário que haja a ligação do novo conhecimento ao conhecimento prévio da estrutura cognitiva do aprendiz. Há, em sua teoria, alusão às aprendizagens adaptativas, ou seja, a ação de aprender não está apenas na fixação de informações, mas também nas interações adaptativas, que alteram o conhecimento anterior em função da pressão organizativa dos esquemas cognitivos.

A ancoragem é o processo pelo qual um conhecimento interage com outro chamado de conhecimento prévio ou conhecimento subsunçor. Isso significa, que quando é posta em evidência, a relação daquilo que é ensinado com aquilo que o indivíduo já possui (que pode ser de ordem teórica ou prática) a relação entre eles produz um conhecimento ampliado, modificado, que não é mais o anterior em si, nem o novo conhecimento isolado.

A aprendizagem significativa, conceito central na teoria em estudo, pode ser entendida como um processo que envolve sucessivas ancoragens. O contrário da aprendizagem significativa seria, para Ausubel, a aprendizagem mecânica, que ocorre por meio de pouca ou nenhuma interação dos conceitos ou conhecimentos anteriores (subsunçores) e os novos saberes. Entende-se por subsunçores os facilitadores do processo de aprender. Ao encontro desse conceito, é oportuno dar vênia a lição:

[...]os materiais, as explicações introdutórias e todo conjunto de atividades voltadas para construção de uma ideia inicial sobre algum conteúdo podem ser consideradas um elemento subsunçor, contanto que atue, de fato, como facilitador da aprendizagem". (BESSA,2008).

Na teoria de Ausubel, podemos destacar dois processos intrínsecos a aprendizagem significativa, a saber: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. O primeiro é quando as ideias mais gerais e inclusivas são inicialmente apresentadas sendo gradativamente diferenciadas, onde os significados vão ficando mais abrangentes à medida que são estabelecidas novas relações, no segundo ocorre a exploração entre as similaridades e diferenças relevantes, explorando relações entre proposições e conceitos. Neste último processo, o aprendiz consegue visualizar relações entre conceitos concebidos de forma até então isolada. Um esquema representativo desses conceitos está esquematizado a seguir:

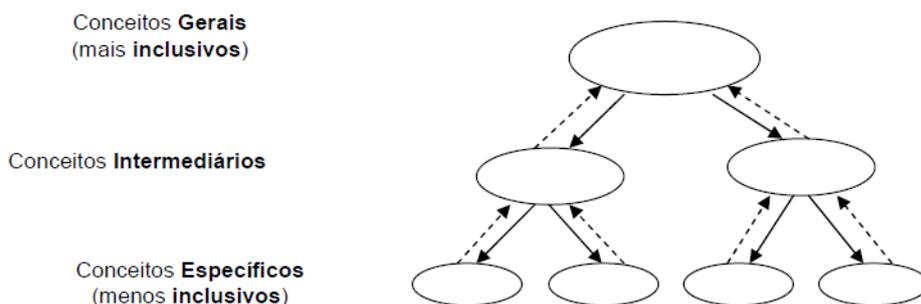


FIGURA 2 - Representação esquemática do modelo de **diferenciação progressiva** e **reconciliação integrativa**. As setas contínuas representam a diferenciação progressiva e as setas descontinúas representam a reconciliação integrativa. Para se atingir a diferenciação progressiva é preciso "descer" dos conceitos gerais para os específicos e "subir" novamente até os gerais para se atingir a reconciliação integrativa.(MOREIRA e MASINE, 2001, P.33 *apud*: MENDES, 2009).

Além disso, Ausubel propõe os seguintes níveis de aprendizagem significativa: aprendizagem representacional, cujos símbolos passam a significar para o aprendiz aquilo que significam para o educador, aprendizagem de conceitos, cujos conceitos são representados por símbolos particulares e, aprendizagem proposicional, cuja tarefa é aprender o significado que está além da soma dos significados dos conceitos que compõem uma proposição. Acerca do papel do professor na utilização desses conceitos em sala de aula, é pertinente trazer à baila o comentário:

Em termos de aumentar as possibilidades de ocorrência de aprendizagem significativa, o educador deve conhecer os conceitos chaves, identificar os subsunçores, elaborar materiais potencialmente significativos, localizar os conceitos unificadores, abrangentes e específicos. (PIRES,2005).

Uma questão relevante no que tange a teoria de Ausubel é: qual a evidência de existência da aprendizagem significativa? Segundo Moreira (1999), tais evidências são difíceis de serem percebidas ou observadas, uma vez que os educandos podem simular a aprendizagem significativa por meio de memorizações. Desse modo, para obter indícios sobre a aprendizagem significativa, o mesmo autor recomenda o trabalho de avaliação voltado para mapearmos os conceitos já adquiridos pelos alunos, o que poderia ser feito com questionários ou atividades do "tipo desafio".

Nesse diapasão, o aprimoramento do material em textos e simuladores torna-se fundamental, uma vez que as habilidades e competências desenvolvidas nessas práticas podem ser estimadas por meio de questionários e avaliações. Assim, quantificar o nível de aprendizagem significativa incorporada pelos estudantes nesse trabalho nos parece uma tarefa árdua. Todavia, a evolução gradual do entendimento da matéria por parte dos estudantes pode ser um indicador dessa aprendizagem. Sugerimos ao professor, aferir o amadurecimento conceitual dos estudantes com utilização de exercícios do tipo instrução programada e/ou a construção de mapas conceituais a fim diagnosticar as facilidades e limitações dos discentes ao lidar com o escopo teórico da matéria, muito embora não tenhamos empregado esse mecanismo por questão de escassez temporal.

4.2 - TEORIA DE EDUCAÇÃO DE JOSEPH D. NOVAK

Na concepção de Novak, o processo educativo está baseado em cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação, de forma que o aprendiz deve estar disposto a aprender, os materiais para a aprendizagem devem ser potencialmente significativos e o aprendiz deve possuir os subsunçores necessários para a nova aprendizagem.

A teoria de Novak tem suporte na ideia de que os seres humanos fazem três coisas: pensam, sentem e atuam (fazem). Para ele, qualquer evento educativo é uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre o aprendiz e o professor.

O caráter construtivista da teoria de Novak pode ser percebido na seguinte passagem: *A aprendizagem significativa subjaz à integração construtiva entre pensamento, sentimento e ação que conduz ao engrandecimento (empowerment) humano* (MOREIRA, 1999).

Vale lembrar que, para Novak, em um evento educativo é essencial levar em consideração o contexto social (como exemplo: a escola, a sociedade, a cultura, o regime político e outros) e principalmente a avaliação que é intrínseca ao processo educativo (PIRES, 2008).

Outra característica digna de atenção, na teoria do autor supracitado, é a necessidade sublime de compartilhamento de significados entre o professor e o estudante sobre o assunto em estudo a fim de consolidar a aprendizagem significativa.

Segundo (MOREIRA, 1999), pode-se sintetizar alguns princípios da teoria de Novak como proposições norteadoras, conforme podemos constatar no QUADRO 1.

Via de regra, a mudança de metodologia de ensino dá condições de aflorar nos estudantes emoções novas, distintas daquelas habitualmente experimentadas em sala de aula, onde o aluno recebe o depósito de informações sem que haja margem para manifestar a carga emocional de sensações positivas e, por vezes negativas. Essa troca afetiva se faz necessária para aprendizagem significativa, segundo a proposição 2 de Novak.

Na intenção de agregar valor aos materiais de ensino, proporcionando a aprendizagem significativa, percebemos, pela teoria de Novak, a necessidade potencial dos instrumentos didáticos em dar novos significados às concepções prévias do aluno, ou seja, levar o sistema de conhecimento explanado da seara lógica à psicológica, perpassando pela capacidade de agregar experiências positivas. Outrossim, nossa expectativa é propiciar esse conjunto de características às aulas de Física com a metodologia híbrida de textos e simuladores em debates de viés experimental e/ou fenomenológico.

Proposições de Novak	
<p>1- Todo evento educativo envolve cinco elementos: aprendiz, professor, conhecimento, contexto e avaliação;</p> <p>2- Pensamentos, sentimentos e ações estão interligados, positiva ou negativamente;</p> <p>3- A aprendizagem significativa requer: a) disposição para aprender, b) materiais potencialmente significativos e c) algum conhecimento relevante.</p> <p>4- Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam;</p> <p>5- O conhecimento humano é construído; a aprendizagem significativa subjaz a essa construção;</p> <p>6- O conhecimento prévio do aprendiz tem grande influência sobre a aprendizagem significativa de novos conhecimentos;</p>	<p>7- Significados são contextuais; aprendizagem significativa não implica aquisição de significados "corretos".</p> <p>8- Conhecimentos adquiridos por aprendizagem significativa são muito resistentes à mudança;</p> <p>9- O ensino deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa e a ensejar experiências afetivas positivas;</p> <p>10- A avaliação da aprendizagem deve procurar evidências de aprendizagem significativa;</p> <p>11- O ensino, o currículo e o contexto também devem ser avaliados;</p> <p>12- Mapas conceituais podem ser representações válidas da estrutura conceitual/proposicional de conhecimento de um indivíduo; podem ser instrumentos de meta conhecimento;</p> <p>14- Mapas conceituais e diagramas Vê podem ser instrumentos efetivos de avaliação da aprendizagem;</p>

QUADRO 1- Proposições de Novak.

4.3 - MODELO DE D.BOB GOWIN

O modelo de Gowin, aplicado ao ensino e a aprendizagem, tem seu foco na relação triádica entre: **professor, material educativo e aprendiz**. Nele, qualquer episódio de ensino-aprendizagem se caracteriza pelo compartilhamento de significados entre o aluno e o professor, a respeito dos conhecimentos envolvidos nos materiais educativos do currículo. Usando os materiais educativos do currículo, aluno e professor buscam o juízo comum de aprendizado.

Diante disso, o objetivo é compartilhar significados. Se o aluno busca aprender, então ele buscará o significado inerente ao material educativo. O professor apresenta ao aluno os significados já compartilhados pela comunidade acadêmica a respeito dos materiais. O aluno deve devolver ao professor o significado que captou. O professor deve emitir e receber os significados dos alunos até que os dois tenham congruência sobre os mesmos para só então consumir-se a aprendizagem. Contudo, aprender significativamente é uma responsabilidade do aprendiz que não pode ser compartilhada pelo educador.

Na prática com simuladores e textos no ensino, os significados compartilhados entre aquilo que o estudante experimenta e o professor mostra são percebidos em poucos instantes, já que na tentativa de interpretar o fenômeno simulado ou o texto em debate, o aprendiz se depara muitas vezes com resultados inesperados, distantes de suas concepções prévias, assim, mediante a comunicação entre os colegas e o professor de suas ideias, ocorre em sala de aula a formação de um ambiente extremamente participativo e colaborativo, possibilitando condições para a consolidação da aprendizagem significativa. Logo, essa metodologia é capaz de promover a sinergia em sala de aula e combinar com os preceitos da teoria de Gowin onde os participantes do processo educativo tem postura ativa.

CAPÍTULO 5

DA METODOLOGIA E SEUS RESULTADOS

Nesse capítulo, descrevemos as características da comunidade onde realizamos o estudo e também discutimos seus resultados. Levantamos os dados a partir de dois questionários aplicados na amostra: um traçando o perfil social, o outro versando sobre o ponto de vista dos estudantes sobre a metodologia. Em nossa opinião, considerações relevantes serão feitas no sentido de registrar as observações vividas na prática de ensino.

5.1 - METODOLOGIA

A Cidade Estrutural, está localizada às margens da DF-095 (via Estrutural) -avenida expressa que conduz ao centro de Brasília- e começou a receber a população carente que habita a região desde a década de 60, após a inauguração de Brasília. Hoje, a cidade conta com cerca de 40.000 moradores. Famosa por abrigar o maior Lixão do Distrito Federal, a cidade tem passado por grande valorização pelo fato de ser uma das cidades-satélites mais próximas do centro da Capital Federal. Embora, apresente-se em estágio de crescente urbanização, a cidade ainda possui muitas demandas de infraestrutura nos setores de saúde, segurança e habitação.

Hoje, nessa cidade há 5 escolas, sendo o Centro de Ensino Fundamental 01, responsável por atender a demanda de estudantes do Ensino Fundamental no diurno e o Ensino Médio regular juntamente com o segmento da Educação de Jovens e adultos (EJA) no período noturno. Mesmo se tratando de uma escola de alunos de baixa renda e trabalhadores, a infraestrutura do CEF 01 é uma das melhores do DF, pois conta com extensa quantidade de salas de aula, sala de vídeo e laboratório de informática. Abaixo, algumas fotos do CEF 01 da Cidade Estrutural.



FIGURA 3- Pátio da escola.



FIGURA 4- Vista do andar superior.



FIGURA 5- Sala de informática.



FIGURA 6- Sala de aula.

Na elaboração deste trabalho foi realizada a metodologia do tipo pesquisa exploratória e descritiva, que tem como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno, bem como o estabelecimento de relações entre variáveis e fatos (MARTINS, 2000), pois procurou descrever as opiniões dos estudantes acerca dos aspectos motivacionais em aprender eletrostática e a importância do uso dos simuladores. Segundo Rampazzo (2005) o que caracteriza uma pesquisa é o levantamento de algum problema; a solução a qual se chega e os meios escolhidos para chegar a essa solução, a saber, os instrumentos científicos e procedimentos.

Em relação à natureza, esta pesquisa pode ser classificada como qualitativa, visto que o instrumento de análise mais adequado aos resultados pretendidos foi o questionário individual, aplicado aos estudantes do segmento EJA do Centro de Ensino Fundamental 01 da cidade Estrutural. Assim, o problema da pesquisa apresenta evidências subjetivas, tendo como finalidade a compreensão e descrição de diversas experiências dos sujeitos envolvidos no

fenômeno. Dessa forma, temos que a pesquisa qualitativa valoriza o ser humano, que não pode ser reduzido a quantidade, a número, a esquema generalizado (Rampazzo, 2005). A pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos fenômenos que não podem ser reduzidas à operacionalização de variáveis (Minayo, 2002).

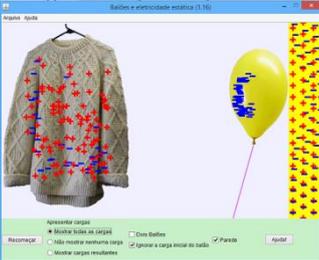
Nesse ínterim, utilizamos o laboratório de informática para implementar as práticas com simuladores interativos no Ensino de Física, especificamente, no ensino de EJA, posto que esses estudantes são afetados por grande dificuldade de aprendizagem, devido ao seu contexto. Dessa forma, inserir novas ferramentas de ensino que ajudem o professor e o aluno nas atividades de ensino-aprendizagem pode ser de grande valor. A fim de alcançar o objetivo almejado, inicialmente, em quatro turmas do 3º ano da Educação de Jovens e Adultos (EJA) do Centro de Ensino Fundamental 01, da Cidade Estrutural em Brasília, foi realizado o levantamento do perfil social dos estudantes através da aplicação de um questionário socioeconômico visando obter informações sobre idade, faixa salarial, defasagem idade-série, conhecimentos de informática, horas diárias de dedicação ao estudo, expectativas em relação aos estudos, habilidade nas disciplinas de ciências exatas e outros aspectos.

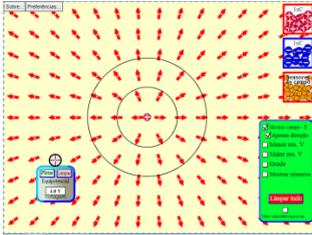
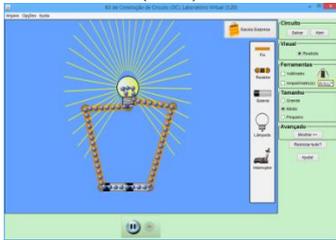
O conhecimento desses dados foi de extrema importância para ministrar as aulas de acordo com as características da modalidade de ensino EJA e as limitações da comunidade. Entre as características observadas, notou-se que a maioria dos alunos têm idade entre 18 e 30 anos, trabalha, dedica-se aos estudos apenas na escola, possui computador com acesso a internet, têm conhecimentos básicos do ambiente Windows, considera ter dificuldades nas disciplinas de ciências exatas, acreditam que se houvesse laboratório de ciências na escola seu interesse e aprendizado poderia ser maior nessas áreas, ficaram 4 anos ou mais distante dos estudos, sendo que, a maioria (72%) reprovou uma ou mais vezes, o principal motivo de continuarem estudando é conseguir um emprego melhor e, por fim, sua faixa de renda está situada entre 1 e 3 salários mínimos.

As questões respondidas pelos estudantes, bem como o teor das respostas estão organizadas no Apêndice A. É importante destacar que não houve critério para escolha das turmas, o levantamento dos dados contemplou todas as turmas de 3º Ano da modalidade EJA em que o professor ministrava suas aulas na intenção de obter uma amostra populacional razoável, visto que o índice de evasão escolar nessa modalidade de ensino é de nível apreciável.

A partir dessa análise, foram ministradas aulas de eletrostática seguindo o método tradicional de ensino. No entanto, para que houvesse familiaridade dos estudantes com o laboratório de informática e as atividades que em sequência desenvolveríamos nos computadores, o professor dedicou 1 aula por semana (com 45 minutos de duração), a fim de que fossem realizadas atividades de pesquisa na internet envolvendo os temas estudados nas outras duas aulas. Assim, criou-se maior destreza nos estudantes que apresentavam dificuldades no manuseio do computador.

Após a explanação dos temas envolvendo os conceitos iniciais da eletrostática: *conceito de carga elétrica, carga elementar, estado elétrico dos corpos, quantização da carga, princípios da atração e repulsão, conservação da carga elétrica, processos de eletrização, classificação dos materiais em condutores e isolantes, força elétrica (Lei de Coulomb), campo elétrico, potencial elétrico energia potencial elétrica e a resolução de exercícios*, o professor fez uma seleção de simuladores interativos gratuitamente disponíveis na internet e analisou as possibilidades didáticas de tais ferramentas desenvolvendo "roteiros de aplicação" no intuito de sanar as lacunas no aprendizado passivo, por meio da confecção de um material que levasse os estudantes a questionamentos potencialmente análogos as experiências de laboratório convencional, porém de maneira simulada em computador. Os simuladores selecionados, bem como suas características podem ser resumidas a seguir:

Assunto/ Disponibilidade	Título	Comentários
<p data-bbox="360 1496 528 1529">Eletrostática</p> <p data-bbox="357 1563 531 1597">Disponível em:</p> <p data-bbox="293 1624 595 1675">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons</p>	<p data-bbox="759 1424 1038 1458" style="text-align: center;">Balões e Eletricidade</p> 	<p data-bbox="1134 1384 1487 1749">Nesse software, podemos examinar a eletrização por atrito, a atração e a repulsão entre corpos, bem como caracterizar os portadores de cargas que se movem durante um fenômeno de eletricidade estática. Devido a sua versatilidade didática, os conceitos e princípios da eletricidade podem ser bastante discutidos.</p>

<p style="text-align: center;">Eletrostática</p> <p style="text-align: center;">Disponível em:</p> <p style="text-align: center;">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields</p>	<p style="text-align: center;">Taxas e Campos</p> 	<p>A percepção das linhas de campo e das superfícies equipotenciais é um desafio lançado pelo professor aos estudantes. Com o auxílio desse simulador, é possível a abordagem qualitativa e quantitativa de dois conceitos centrais da eletrostática, quais sejam: o campo elétrico e o potencial elétrico. Com sua interface agradável, esse programa é um grande aliado no tratamento de conceitos assaz abstratos.</p>
<p style="text-align: center;">Eletrostática/Eletrodinâmica</p> <p style="text-align: center;">Disponível em:</p> <p style="text-align: center;">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab</p>	<p style="text-align: center;">Kit de construção de Circuito (DC)</p> 	<p>Nesse simulador, testamos as propriedades condutoras e dielétricas de alguns materiais, como o grafite, a borracha, o papel e o corpo humano. E, fazemos alguns comentários introdutórios aos primeiros conceitos da eletrodinâmica: corrente elétrica, voltagem e resistência elétrica.</p>
<p style="text-align: center;">Eletrostática</p> <p style="text-align: center;">Disponível em:</p> <p style="text-align: center;">http://177.71.183.29/acessa_fisica/index.php/acessafisica/Midias/Software</p>	<p style="text-align: center;">Experimento de Milikan</p> 	<p>Nesse experimento virtual interativo, é possível obter a medida da carga do elétron a partir de uma série de valores de tempos e distâncias percorridas por uma gota de óleo eletrizada no aparato experimental idealizado pelo norte americano Robert Milikan (1909).</p>

QUADRO 2- Simuladores selecionados na internet.

Os roteiros desenvolvidos para a aplicação desses softwares, têm como premissa básica, a postura ativa do estudante diante das questões por eles propostas, conforme enfatizado por Singh (2001) cujo pensamento é viabilizar as potencialidades cognitivas e não apenas a "instrução pela instrução". Assim, o professor tentou abarcar situações da teoria e suscitar indagações que muitas vezes temos apenas na experimentação. Como exemplo, durante a utilização do programa "Balões e eletricidade" os alunos depararam-se com a questão de atritar dois balões, de mesmo material, e se perguntaram: "Porque um balão não

eletriza o outro após o atrito?". "Naturalmente, a mesma tendência de atrair os elétrons", retrucou um deles.

Nesse mesmo roteiro, foi pedido para que os estudantes comparassem o total de cargas elétricas positivas e negativas de um corpo não eletrizado. Os estudantes puderam concluir que para um corpo estar eletrizado seria necessário que o número de prótons e elétrons em sua estrutura não fosse a mesma. Aqueles estudantes que não percebiam tal fato levantavam questionamento e os demais estudantes explicavam o ocorrido, gerando um ambiente de grande interação e colaboração mútua entre os discentes.

No intuito de quantificar a eficácia do método tradicional de ensino, após serem ministradas 15 aulas de eletrostática foi realizado um pré-teste (cuja pontuação era 2,5 pontos) a fim de aferir o desempenho dos estudantes. Após a aplicação do pré-teste, houve mudança de metodologia, inserindo estudos dirigidos com simuladores e a discussão de textos de caráter fenomenológico/experimental nas aulas. Em seguida, após outras 15 aulas, foi aplicado o pós-teste (cuja pontuação era de 2,5 pontos) e realizada as entrevistas de opinião dos estudantes sobre o uso do material concernente a nova metodologia das aulas de Física. Os resultados do pré-teste e do pós-teste foram os seguintes:

TABELA 1-Desempenhos da turma 3ºA.

3º A EJA					
Aluno	Pré-teste	Pós-teste	Aluno	Pré-teste	Pós-teste
A.S.N	1,2	0,9	L.A.S	0,7	0,8
A.O.S	1,1	1,2	M.R.S	0,4	1,2
B.L.S	1,0	2,0	M.F.B	0,3	1,3
B.G.R	1,4	0,9	N.S.N	0,7	1,8
C.A.R	0,4	0,2	P.B.L	0,9	0,2
C.R.A	1,0	0,9	R.S.G	0,5	0,8
E.S.F	0,1	1,6	R.P.C	1,5	0,8
E.S.V	0,1	0,8	R.A.O	0,3	0,8
E.M.R	0,1	1,5	S.P.C	0,6	0,6
F.C.S	0,3	1,0	V.F.C	0,5	1,2
I.R.F	0,6	0,6	V.O.S	0,9	1,2
K.R.O	1,2	1,5	Z.S.G	0,0	0,9
			N =24	$\bar{x} = 0,7$	$\bar{y} = 1,0$

TABELA 2- Desempenhos da turma 3ºB.

3ºB EJA					
Aluno	Pré-teste	Pós-Teste	Aluno	Pré-teste	Pós-Teste
B.A.S	0,4	0,8	O.A.S	1,0	1,6
C.S.R	0,5	0,8	P.R.J	0,5	0,3
D.M.M	1,1	1,2	R.G.B	0,2	1,7
F.P.S	0,2	0,4	R.N.S	0,5	1,3
I.S.G	0,6	1,2	S.H.B	0,7	0,3
I.M.S	0,4	0,3	T.A.A	1,1	1,6
J.E.L	0,8	1,5	N=19	$\bar{x} = 0,7$	$\bar{y} = 0,8$
L.A.S	0,3	0,3			
L.G.S	1,5	0,7			
L.R.M	1,6	0,8			
M.A.A	0,2	0,2			
M.G.A	0,3	0,3			
N.G.N	0,4	0,8			

TABELA 3- Desempenhos da turma 3°C.

3°C EJA					
Aluno	Pré-teste	Pós-teste	Aluno	Pré-teste	Pós-teste
A.N.A	0,9	1,4	M.S.G	1,3	0,9
A.C.P	0,8	0,8	N.M.V	1,2	0,7
C.P.S	0,9	0,5	N.S.L	1,8	0,9
C.A.T	0,3	0,7	P.E.S	0,9	0,8
D.A.N	0,9	0,5	S.P.S	1,0	0,9
D.I.A	1,0	1,4	T.B.P	1,0	1,4
G.P.X	1,7	1,3	Y.L.G	1,4	1,1
K.L.R	0,6	1,5	N=20	$\bar{x} = 1,0$	$\bar{y} = 1,0$
K.A.O	0,7	1,3			
L.O.F	0,4	0,8			
L.L.R	0,4	1,8			
L.S.S	0,4	0,1			
M.S.F	1,3	2,0			

TABELA 4- Desempenhos da turma 3°D.

3°D EJA					
Aluno	Pré-teste	Pós-teste	Aluno	Pré-teste	Pós-teste
A.S.C	0,8	0,8	F.S.S	0,2	0,0
A.D.S	0,6	0,8	J.M.A	0,7	0,7
A.R.P	0,8	0,8	J.D.P	1,9	0,9
A.G.B	0,2	0,3	K.C.L	0,5	0,5
C.L.E	0,9	1,0	L.E.L	0,9	1,4
D.D.A	0,9	0,8	M.R.B	0,0	1,5
D.S.S	1,0	0,8	M.F.S	1,4	0,9
D.F.A	0,2	0,8	M.C.S	0,4	0,9
D.S.D	1,0	2,0	P.X.R	1,3	1,1
D.S.S	0,3	0,0	R.P.S	1,0	1,5
D.B.V	0,4	0,5	V.G.F	0,3	1,0
E.J.M	0,2	1,0	W.F.S	0,8	0,7
E.S.O	0,9	0,8	N= 25	$\bar{x} = 0,7$	$\bar{y} = 0,9$

Observando o desempenho médio das turmas, notamos que houve pouco avanço dos estudantes, no entanto, se observarmos os desempenho individuais, vemos que no 3°A, dezesseis estudantes (66,6%) obtiveram notas maiores no segundo exame se comparados ao primeiro exame. No 3°B, onze alunos (57,8%) tiveram evolução de nota, já nas demais, essa expectativa da maioria ter melhor rendimento no segundo exame não se confirmou. Por isso, não podemos supor que houve melhoria significativa de aprendizado adotando a segunda metodologia. Embora inspecionemos os aspectos quantitativos das duas metodologias de ensino, devemos salientar que o embasamento de nossas conclusões acerca do material de apoio à prática com simuladores limita-se à esfera qualitativa, uma vez que o método de obtenção dos dados acima foge ao requisito crucial da pesquisa quantitativa, qual seja: o delineamento experimental. A título de esclarecimento, na visão de Moreira (2011):

*Entende-se por **delineamento** de uma pesquisa ao conjunto composto pelo plano de trabalho do pesquisador, a maneira como este seleciona as suas amostras e analisa os seus dados. Pode-se dizer que de nada valem a observação cuidadosa e a exaustiva e detalhada análise estatística se isto for feito para um plano de pesquisa inadequado à situação em estudo.*

Seguindo a classificação de Campbell e Stanley (1979) os delineamentos de pesquisa podem ser divididos em três categorias: Delineamento não experimental ou (pré-experimental), Delineamento quase-experimental e Delineamento experimental. Por *experimental*, que é o adjetivo comum a todas as classes colocadas anteriormente, entendemos condições *controladas* de pesquisa (MOREIRA, 2011).

Dessa maneira, tais desempenhos dos estudantes enquadram-se no condão de um delineamento pré-experimental tendo caráter genuinamente especulativo no que tange a evolução das notas dos discentes. Persistindo no mesmo raciocínio, quando analisamos, nas duas provas, o número de acertos e sua média em cada uma das três questões experimentais - QE- (questões 5A, 5B e 5C; vide pré-teste e pós-teste no Apêndice V) notamos que houve evolução na média de acerto em três turmas: 3ºA, 3ºC e 3ºD. Aqui, o número de estudantes que aumentaram suas notas também foi pouco significativo, na turma A foram 48%, na turma D foram 44% dos alunos, enquanto na turma C foram 40%. Curiosamente, na turma B somente 26%, aproximadamente, melhoraram seu rendimento. As tabelas relativas a esta inspeção, são mostradas a seguir:

Q.E* denota Questões Experimentais.

TABELA 5-Rendimento da turma 3º A.

Aluno 3ºA	Pré-teste Q.E	Pós-teste Q.E	Aluno	Pré-teste Q.E	Pós-teste Q.E
A.S.N	1	1	M.R.S	1	2
A.O.S	1	1	M.F.B	0	2
B.L.S	0	2	N.S.N	0	1
B.G.R	0	2	P.B.L	1	0
C.A.R	1	0	R.S.G	1	1
C.R.A	1	2	R.P.C	1	1
E.S.F	0	2	R.A.O	1	2
E.S.V	0	2	S.P.C	0	2
E.M.R	0	1	V.F.C	0	2
F.C.S	1	1	V.O.S	1	2
I.R.F	1	1	Z.S.G	0	1
K.R.O	2	1	N = 24	$\bar{x} = 0,6$	$\bar{y} = 1,4$
L.A.S	0	1			

TABELA 6 -Rendimento da turma 3ºB.

Aluno 3ºB	Pré- teste Q.E	Pós- Teste Q.E	Aluno	Pré- teste Q.E	Pós- Teste Q.E
B.A.S	2	1	O.A.S	2	2
C.S.R	1	1	P.R.J	1	0
D.M.M	1	2	R.G.B	0	2
F.P.S	2	1	R.N.S	0	1
I.S.G	2	1	S.H.B	1	0
I.M.S	1	0	T.A.A	2	3
J.E.L	1	2	N = 19	$\bar{x} = 1,2$	$\bar{y} = 1,1$
L.A.S	0	0			
L.G.S	2	2			
L.R.M	2	1			
M.A.A	0	0			
M.G.A	1	1			
N.G.N	1	1			

TABELA 7-Rendimento da turma 3º C

Aluno 3º C	Pré-teste Q.E	Pós-teste Q.E	Aluno	Pré-teste Q.E	Pós-teste Q.E
A.N.A	1	2	M.S.G	3	2
A.C.P	2	2	N.M.V	1	0
C.P.S	0	0	N.S.L	2	2
C.A.T	0	1	P.E.S	1	1
D.A.N	1	1	S.P.S	1	2
D.I.A	1	2	T.B.P	2	3
G.P.X	2	2	Y.L.G	2	1
K.L.R	1	3	N = 20	$\bar{x} = 1,2$	$\bar{y} = 1,6$
K.A.O	1	1			
L.O.F	0	0			
L.L.R	1	3			
L.S.S	1	0			
M.S.F	1	3			

TABELA 8- Rendimento da turma 3º D.

Aluno 3º D	Pré-teste Q.E	Pós-teste Q.E	Aluno	Pré-teste Q.E	Pós-teste Q.E
A.S.C	0	2	F.S.S	0	0
A.D.S	0	1	J.M.A	0	1
A.R.P	2	2	J.D.P	1	2
A.G.B	0	0	K.C.L	1	1
C.L.E	0	2	L.E.L	1	3
D.D.A	0	2	M.R.B	2	2
D.S.S	1	1	M.F.S	2	2
D.F.A	0	1	M.C.S	2	2
D.S.D	2	3	P.X.R	2	3
D.S.S	0	0	R.P.S	3	3
D.B.V	1	1	V.G.F	1	1
E.J.M	0	2	W.F.S	0	1
E.S.O	1	1	N = 25	$\bar{x} = 0,9$	$\bar{y} = 1,6$

A pesquisa em ensino cuja abordagem seja puramente quantitativa têm encontrado profundas críticas. Nos fundamentos do estudo quantitativo nos defrontamos com alguns aspectos ortodoxos -delineamento, instrumentos de medida, validade e fidedignidade, procedimentos estatísticos- que mostram a tentativa de estudar os fenômenos através de medições objetivas e análises quantificáveis. Infere-se que nessa perspectiva procura-se isolar variáveis e eventos a fim de estudá-los objetivamente e com desprendimento do pesquisador. Tais posturas, no entanto, são alvo de desaprovação. Conforme, opinião de Gohn (1984):

Os fatos isolados são abstrações, momentos artificialmente separados do todo, os quais, só quando inseridos no todo correspondente, adquirem verdade e concreticidade (...) estudo das partes e dos processos isolados não é suficiente; ao contrário, o problema essencial consiste em relações organizadas que resultam da interação dinâmica, e fazem com que o comportamento da parte seja diverso, se porventura for examinado isoladamente no interior de um todo (...) Toda pesquisa deve revelar não apenas o movimento presente nos fenômenos, mas como eles se reproduzem e se transformam. À medida que a pesquisa avança, que se inicia o processo de conhecimento, revela-se o que há de universal no particular .

Kerlinger (1980) também tece julgamento severo acerca da objetividade implícita na pesquisa empírica lógico-formal:

A objetividade, dizem, leva ao distanciamento, à frieza, à inumanidade. O distanciamento e a frieza da ciência destroem os valores humanos e desumanizam o homem (...) O segundo argumento é mais sofisticado e exerce maior influência, principalmente na Europa, onde faz parte dos ataques marxistas à objetividade. Diz-se -com bastante verdade, por sinal- que ninguém pode ser verdadeiramente objetivo. Quando os cientistas colocam a objetividade como um ideal, estão enganando-se a si próprios e aos outros. Todos nós, inclusive os cientistas, somos conduzidos por nossos valores e motivos. Não podemos ser objetivos. Marxistas e ideólogos semelhantes vão mais além. Dizem, por exemplo, que os valores da sociedade influenciam as hipóteses e as pesquisas de cientistas burgueses e, se esses valores forem corruptos, como o são na sociedade capitalista, então a pesquisa e os resultados são inevitavelmente corruptos. A objetividade, então, é um mito burguês; é uma arma de opressão. Dizem ainda que é mais importante conhecer a história de uma hipótese do que testá-la.

Acreditamos que possa haver harmonia numa mesma pesquisa educacional envolvendo o estudo quantitativo com aquele não quantitativo (qualitativo), contudo, cabe ao pesquisador efetuar a triangulação dos métodos no intuito de obter a máxima complementariedade entre ambos. Porém, nesse trabalho, nos inclinamos à proposta qualitativa (interpretativa) porque julgamos que para esse estudo de caso tal alinhamento alcançaria a amplitude desejada por nós.

No contexto de nossa pesquisa, quando os estudantes foram inquiridos sobre os aspectos motivacionais em aprender eletrostática e a importância do uso dos simuladores, obtemos as seguintes respostas a partir do questionário de opinião aplicado (a íntegra do questionário de opinião está no Apêndice B deste trabalho):

Pergunta(P₁): Este novo método de ensino, através do auxílio da informática, fazendo uso de simuladores e textos, despertou maior interesse pelas aulas de Física?

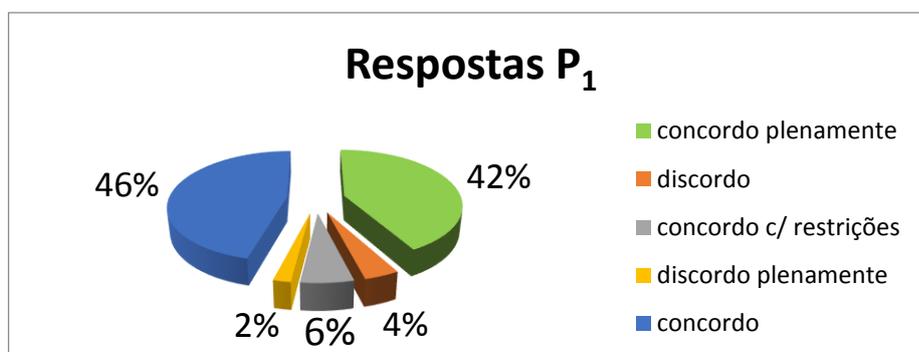


GRÁFICO 2- Frequências relativas às respostas da pergunta P₁. Amostra com 50 estudantes.

Podemos notar que os resultados dessa indagação vão ao encontro a duas ideias de Novak, arroladas no **Quadro 1**: "Atitudes e sentimentos positivos em relação à experiência educativa têm suas raízes na aprendizagem significativa e, por sua vez, a facilitam" (proposição 4) e "O ensino deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa e a ensejar experiências afetivas positivas" (proposição 9);

É importante, para o teórico em tela, que os estudantes apresentem predisposição em aprender, visto que a aprendizagem significativa se dá diante de emoções positivas, assim, as atividades com os softwares de simulação apresentaram-se, *a priori*, como instrumentos didáticos capazes de despertar esse requisito fundamental no processo de ensino e aprendizagem não mecânica. A fim de efetuar um levantamento sobre a relevância dos programas computacionais no evento educacional, interpelamos:

Pergunta(P₂): O uso de simuladores interativos foi importante para o entendimento dos tópicos estudados?

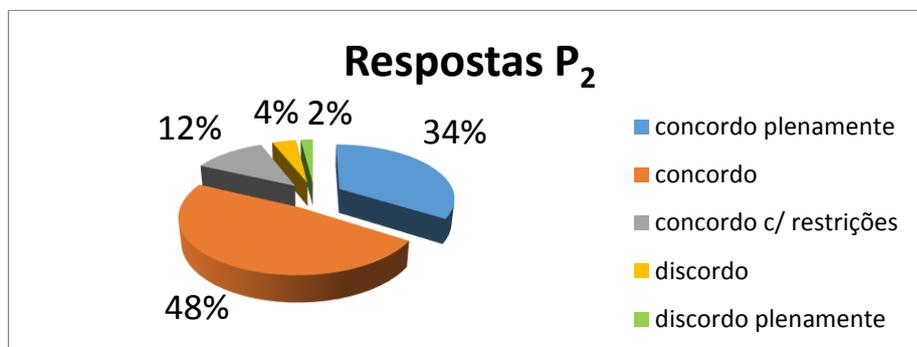


GRÁFICO 3 - Frequências relativas das respostas à pergunta P₂. Amostra com 50 estudantes.

O levantamento aferido aduz a concepção de Novak sobre o caráter potencialmente significativo que o material didático deve possuir. Em que pese, essa qualificação conte muitas vezes com algum nível de conhecimento relevante que os participantes do evento educativo trazem. Dessa forma, percebemos que o compartilhamento de significados ocorre com maior facilidade quando o mestre e o aprendiz dominam a mesma ferramenta, apoiando-nos na lógica de Gowin. Além disso, as aprendizagens representacional, conceitual e

proposicional podem ser bastante reforçadas quando nos debruçamos na acepção de Ausubel aplicada ao contexto de simulações.



FIGURA 7 - Projeção da tela do software.

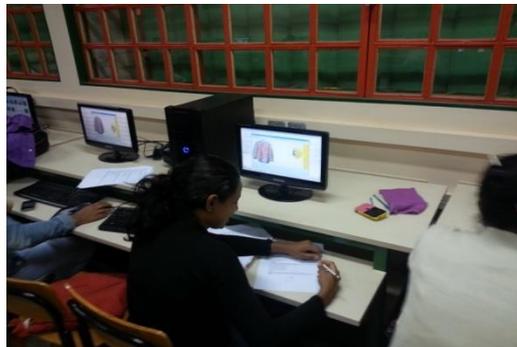


FIGURA 8 - Aluna respondendo o roteiro.



FIGURA 9 - Estudantes realizando aula prática.



FIGURA 10 - Vista em perspectiva de estudantes.

Buscando complementar as discussões suscitadas pelas atividades com simuladores e, percebendo que nem todos os assuntos possuem ensaios simulados para serem utilizados como instrumentos auxiliares do professor, procuramos efetuar a pesquisa de textos que continham em seu bojo a possibilidade do docente trazer à tona com os estudantes os aspectos experimentais dos fenômenos estudados na eletrostática.

Dessa forma, foram selecionados cinco textos. No primeiro, intitulado "A Eletricidade no dia a dia" são abordados diversos aspectos da eletrização, como os pequenos choques elétricos que as pessoas sofrem ao caminharem em dias secos num carpete, o fato dos cabelos se eriçarem quando atritados com um pente e a necessidade de fazer a ligação de aterramento em alguns aparelhos eletrodomésticos. Ademais, foram discutidos, fatores de relevância experimental como: a influência da umidade do ar nos processos de eletrização, a

relevância do tamanho dos corpos, do tipo de material que os constitui, além do efeito do movimento de cargas no corpo humano.

No segundo texto, cujo título é "Discutindo Atividades Experimentais", leva-se ao debate, três experiências envolvendo a eletrização. Curiosamente, durante a realização dessa atividade, muitos alunos tentaram reproduzir em sala de aula a atividade 1, em que eram feitas perguntas sobre o porquê uma caneta de plástico que havia sido atritada num tecido atrai pequenos fragmentos de papel. Notou-se bastante intercâmbio de ideias dos discentes durante esta atividade. Dentro da mesma tarefa, na experiência 2, os estudantes ficaram inquietos pelo fato de um corpo eletrizado poder atrair um corpo neutro. Coube ao professor intervir e relembrar o fenômeno da indução eletrostática.

Na experiência 3, o entendimento foi maior, pois com o amadurecimento conceitual dos debates e explicações nas atividades anteriores, os estudantes conseguiram obter êxito ao discorrer sobre o fenômeno em questão, ou seja: relativo ao fato de um balão após ser atritado com o cabelo de uma pessoa grudar na parede e ter a possibilidade de fazer rolar uma lata de refrigerante numa superfície lisa.

No terceiro texto, cuja abordagem foi "A eletricidade na atmosfera", tratamos a formação dos raios na atmosfera, a rigidez dielétrica do ar e exploramos a existência dos campos elétricos e superfícies equipotenciais em nosso cotidiano. Houve o relato da eletricidade do planeta Terra, assim como debates sobre o trabalho realizado em cargas elétricas, as propriedades das equipotenciais, a blindagem eletrostática, o poder das pontas e o funcionamento dos para-raios. As dificuldades evidenciadas pelos alunos foram na realização dos cálculos, porque suas limitações em matemática são nítidas. Para amenizar tal dificuldade, a resolução das questões operatórias seguiu um ritmo vagaroso, de modo que os estudantes pudessem acompanhar o passo a passo da resolução.

No quarto texto, "Aspectos Experimentais das Linhas de Força" buscamos ilustrar a materialização em laboratório dessas entidades do campo elétrico. Através da leitura do texto, pudemos debater com os estudantes que, embora não haja percepção dessas entidades por meios dos órgãos do sentido, sua existência teórica encontra evidências experimentais. Nessa atividade, pudemos demonstrar que o sentido das linhas de campo foi arbitrariamente convencionalizado como "nascedo" nas cargas positivas e "morrendo" nas cargas negativas, uma vez que experimentalmente não percebemos tal orientação. O desenho das linhas de campo foi incentivado pelo professor, além dos destaques dados a blindagem eletrostática e o

efeito de borda de um campo elétrico uniforme criado por duas placas eletrizadas com sinais opostos.

No quinto texto, "Condução Elétrica num Meio Eletrolítico", foram analisadas algumas amostras de materiais no quesito passagem de cargas por sua estrutura. Algumas considerações sobre a possibilidade de condução elétrica dos elementos no estado sólido, líquido e gasoso foram feitas. O aparato e as discussões culminaram na inserção de observações mais gerais, quais sejam: semicondutores e supercondutores. Um prelúdio as variáveis da eletrodinâmica, como corrente elétrica, resistência elétrica e tensão também foram objetos de descrição.

Na abordagem textual, bem como naquela com simuladores, houve a preocupação em aumentar o nível de dificuldade de forma gradativa, na intenção de obter um *feedback* dos estudantes acerca do entendimento sobre os tópicos explorados no material e desenvolver a motivação dos mesmos pelo desafio. Em resumo, os textos de caráter fenomenológico/experimental utilizados nesse trabalho foram os seguintes:

Texto	Discussões levantadas
"A Eletricidade no dia a dia"	Eletrização por atrito, descarga de condutores, fatores que influenciam a eletrização (umidade do ar, tipo de material, tamanho do corpo) e passagem de cargas pelo corpo humano.
"Discutindo atividades Experimentais"	Eletrização por atrito, contato e indução, pêndulo eletrostático, força eletrostática, condutores e isolantes.
"A eletricidade na Atmosfera"	Formação dos raios, rigidez dielétrica do ar, campo elétrico, potencial elétrico, eletricidade da Terra, trabalho da força elétrica, para-raios, blindagem eletrostática e superfícies equipotenciais.
"Aspectos experimentais das Linhas de Força"	Existência experimental das linhas de campo, poder das pontas, blindagem eletrostática, efeito de borda, campos elétricos em geral.
"Condução Elétrica num Meio Eletrolítico"	O fluxo de eletricidade no meio líquido e a influência da composição atômico-molecular na condutividade de diversos materiais.

QUADRO 3 - Textos utilizados nas discussões em sala de aula.

Sobre a metodologia de implementação dos textos, uma vez que os estudantes do EJA não contam com um material didático escrito fornecido pela Secretaria de Educação do

Distrito Federal, obtivemos o seguinte resultado quando indagamos os alunos por meio do questionário de opinião (a íntegra do questionário de opinião realizado com os estudantes encontra-se no Apêndice B):

Pergunta(P₃): O material de eletrostática com abordagem experimental disponibilizado em forma de textos foi importante para a sua aprendizagem do assunto?

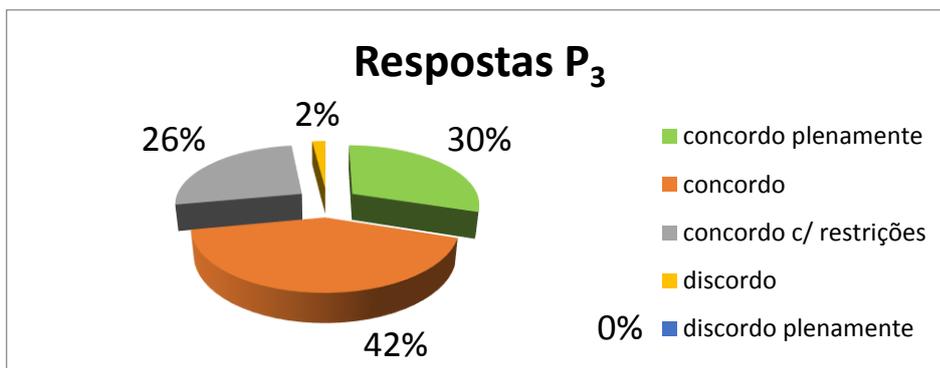


GRÁFICO 4- Frequências relativas das respostas à pergunta P₃. Amostra com 50 estudantes

Pergunta(P₄): Você acredita ter aprendido os tópicos de eletrostática com auxílio do material em textos de abordagem experimental?

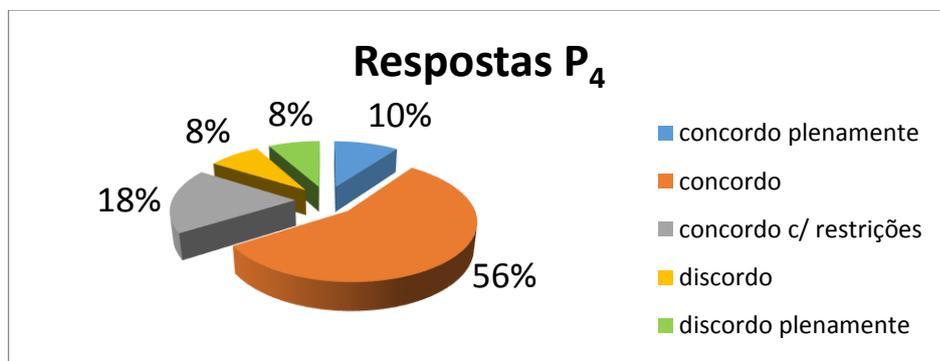


GRÁFICO 5 - Frequência relativa das respostas à pergunta P₄. Amostra com 50 estudantes.

Pergunta(P₅): Como você classifica o nível do material de eletrostática disponibilizado na forma de textos, seguindo discussões experimentais?

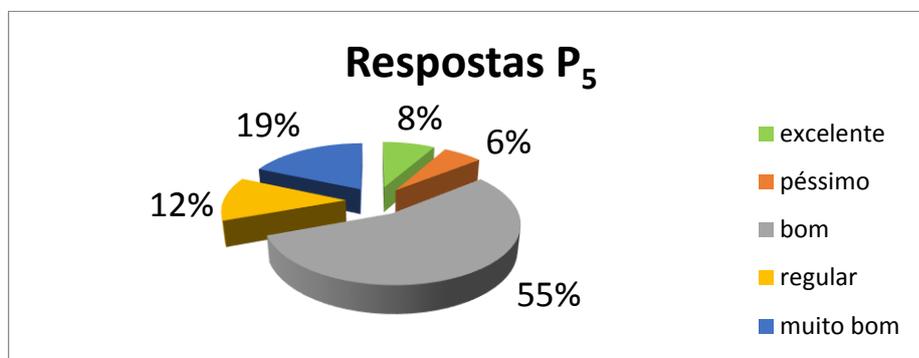


GRÁFICO 6- Frequências relativas das respostas à pergunta P₅. Amostra com 50 estudantes.



FIGURA 11-Estudantes em atividade de leitura.



FIGURA 12- Alunos fazendo a tarefa do texto.

Tendo em vista as respostas dos estudantes, podemos notar que houve grande aceitação da utilização dos textos de abordagem fenomenológica/experimental, demonstrando a necessidade em cursos de Educação de Jovens e Adultos de um material didático escrito, haja vista a dificuldade encontrada pelos estudantes justifica tal adoção. No entanto, a análise do benefício desse material, isoladamente, foge aos objetivos desse trabalho uma vez que nossa intenção é verificar se o uso de simuladores conjugados a textos e o debate com os estudantes acerca de situações "experimentais" podem atenuar a carência das práticas laboratoriais. Nessa seara, quando perquiridos sobre essa metodologia no questionário de opinião, obtemos as seguintes respostas:

Pergunta(P₆): Os textos com abordagem experimental que aparecem no material de eletrostática, mostrando aplicações práticas de determinado fenômeno ou evento da física foram mais significativos para minha aprendizagem do que se os mesmos fossem apresentados oralmente pelo professor em sua aula expositiva?

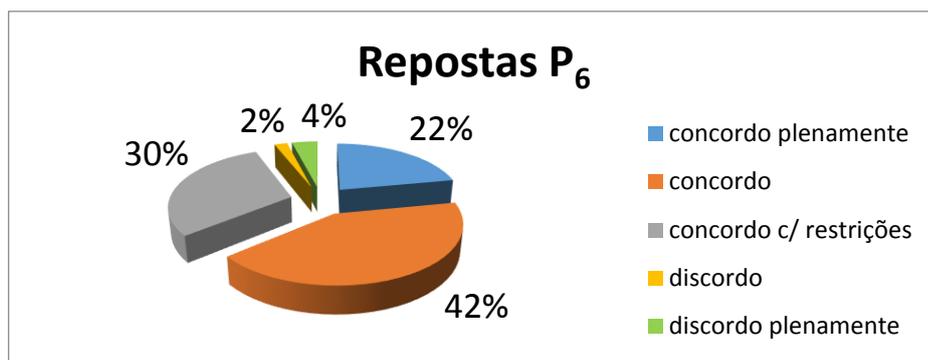


GRÁFICO 7- Frequências relativas das respostas à pergunta P₆. Amostra com 50 estudantes.

Pergunta(P₇): Você acredita que teria aprendido mais sobre eletrostática se as aulas tivessem acontecido sem auxílio da informática, com apenas as explicações do professor no quadro e o estudo de suas notações?

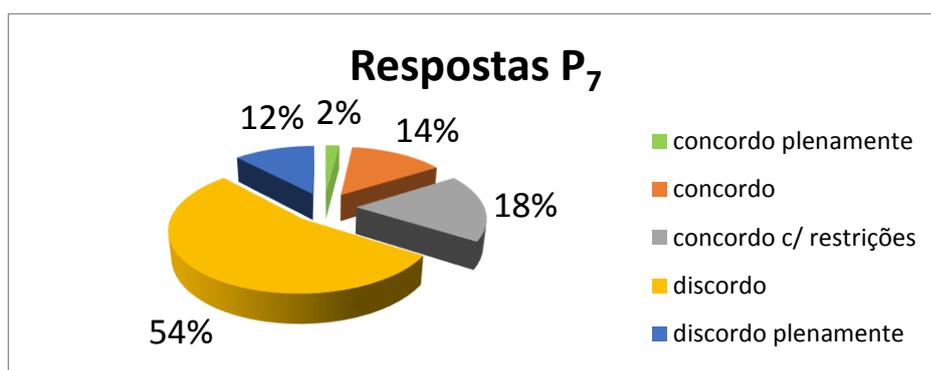


GRÁFICO 8- Frequências relativas das respostas à pergunta P₇. Amostra com 50 estudantes.

Pergunta(P₈): Qual é a sua impressão sobre esta metodologia de ensino? Marque a resposta que mais se aproxima de sua opinião:

- a) A metodologia em si é muito boa. Mas deve haver muita concentração por parte dos alunos.
- b) Esclarecedora, inovadora, interessante e eficiente.
- c) Muito importante porque é preciso renovação para que as aulas não se tornem monótonas, assim, todos ficam atentos.
- d) O uso da informática é importante, mas a interação entre aluno e professor fica prejudicada com esse instrumento.
- e) Ótima, pois eu adoro lidar como o computador, porque ele me chama atenção.

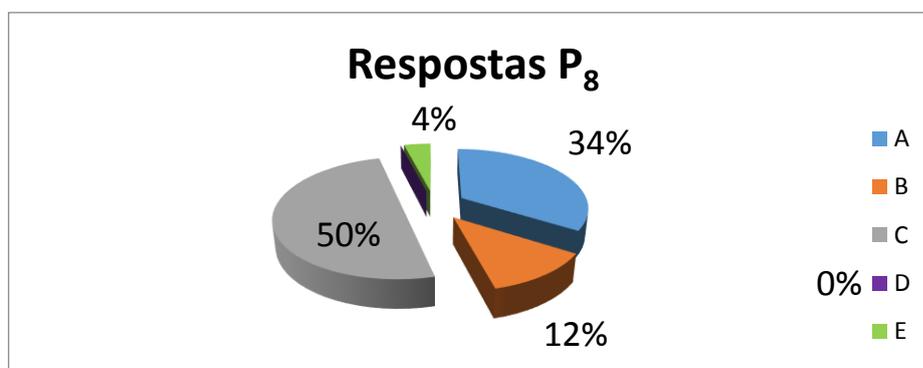


GRÁFICO 9- Frequências relativas das respostas à pergunta P₈. Amostra com 50 estudantes.

Pergunta (P₉): Frente ao uso dessa metodologia de ensino, a postura do professor foi a de um orientador e facilitador, auxiliando nos casos de dúvidas, indicando caminhos para o bom uso do material, mostrando possíveis falhas, nas minhas concepções e das relações que eu construí, mostrando relações importantes entre os diferentes tópicos, indicando novos caminhos para facilitar a aprendizagem, desafiando-me com novas questões:

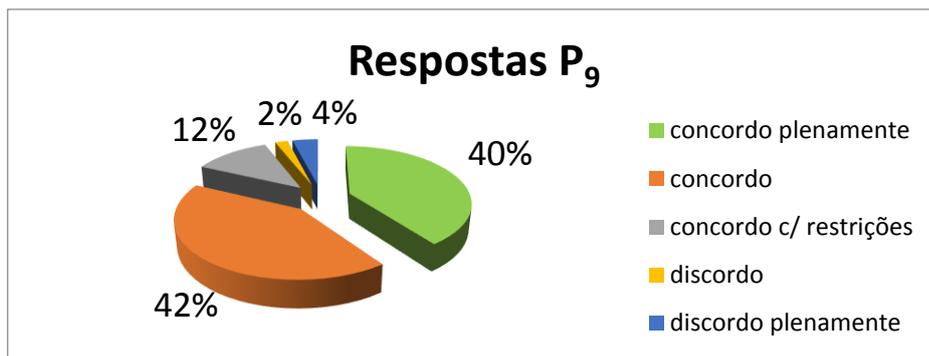


GRÁFICO 10-Frequências relativas das respostas à pergunta P₉.

Em resumo, pelas respostas dos estudantes às indagações acima, podemos inferir que eles julgaram importante a adoção da metodologia com auxílio do computador e do material escrito, acreditaram que aprenderam a matéria, classificaram como bom o recurso textual desenvolvido para as aulas de Física, entenderam que foi mais significativa a utilização de textos se comparada a verbalização das mesmas informações pelo professor e que a sistematização tradicional do magistério carece de renovação.

Outras respostas qualitativamente estimadas, mediante o questionário de opinião, tratam de características importantíssimas para a aprendizagem significativa no enredo de aperfeiçoar as noções experimentais propostas nesse estudo, são elas: a motivação, a desinibição, o entendimento do assunto, o avanço da socialização e a satisfação em aprender. Acerca desses aspectos, os aprendizes manifestaram-se do seguinte modo:

Pergunta(P₁₀): Você se sentiu mais motivado em aprender Física utilizando o material escrito e os simuladores do que quando o professor usa somente sua exposição oral e a lousa?



GRÁFICO 11- Frequências relativas das respostas à pergunta P₁₀. Amostra com 50 estudantes.

Pergunta (P₁₁): Você se sentiu mais à vontade (menos tímido) para tirar dúvidas durante as aulas práticas com os simuladores do que quando as aulas são ministradas pelo professor falando e mostrando no quadro?



GRÁFICO 12- Frequências relativas das respostas à pergunta P₁₁. Amostra com 50 estudantes.

Pergunta(P₁₂): Você acredita que entendeu melhor a matéria com a utilização dos textos e simuladores se comparadas às aulas sem essas ferramentas?



GRÁFICO 13- Frequência relativa das respostas à pergunta P₁₂. Amostra com 50 estudantes.

Pergunta (P₁₃): Em sua opinião, você foi mais participativo e comunicativo com os demais colegas da turma e com o professor nas aulas práticas com simuladores e textos do que nas aulas sem estes instrumentos?



GRÁFICO 14-Frequências relativas das respostas à pergunta P₁₃.Amostra com 50 estudantes

Pergunta (P₁₄): Você considera que ao utilizar os simuladores e textos a fim de aprender Física foi maior seu prazer em aprender?



GRÁFICO 15-Frequências relativas das respostas à pergunta P₁₄.Amostra com 50 estudantes.

Pergunta(P₁₅): Você acredita que desenvolveu alguma noção de experimentação (prática laboratorial) de Física com a utilização de simuladores?



GRÁFICO 16-Frequências relativas das respostas à pergunta P₁₅. Amostra com 50 estudantes.

A partir da apreciação das respostas dos estudantes, notamos que a motivação, o entendimento, a desinibição, a socialização, o prazer em aprender e as noções de experimentação em relação às aulas convencionais tiveram evolução com emprego do método, no entanto, um estudo mais sofisticado é necessário a fim de sacramentar tais indicações já que se trata de um trabalho pioneiro. Outra observação interessante é que os aprendizes julgaram a eletrostática como conteúdo importante para sua formação, conforme a questão proposta a seguir:

Pergunta (P₁₆): Os fenômenos da eletrostática são importantes para minha formação?

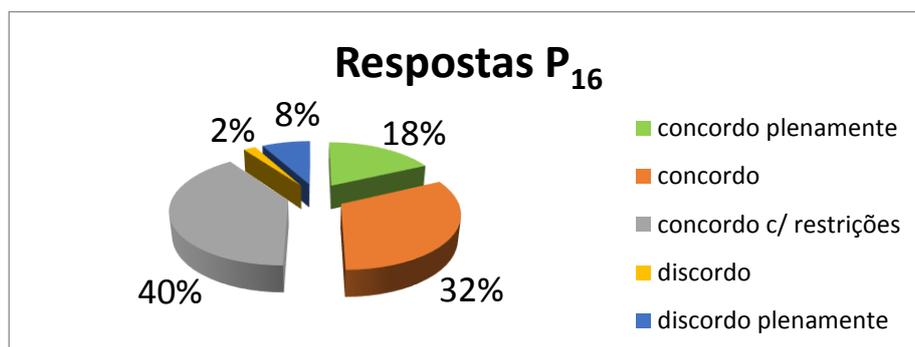


GRÁFICO 17 - Frequências relativas das respostas à pergunta P₁₆.

Por derradeiro, quando os estudantes foram convidados a responder à questão: "**Descreva qual foi a sua opinião em ter aulas de Física usando simuladores**", obtivemos os seguintes depoimentos organizados no Quadro 4.

Aluno	Opinião
1	<i>"Foi ótima. Muito proveitosa e dinâmica".</i>
2	<i>"As aulas com simuladores foram mais detalhadas no sentido de dar noções de aula prática".</i>
3	<i>"Foi muito bom! Os simuladores deram um melhor resultado em minha aprendizagem. Foi bem diferente de uma aula somente escrita no quadro".</i>
4	<i>"Uma bela experiência porque assim aprendemos mais e perdemos a vergonha de perguntar com essas aulas de prática".</i>
5	<i>"Acho que foi um pouco complicado".</i>
6	<i>"Não foi tão interessante como em sala de aula. Eu não me senti à vontade porque é um pouco difícil".</i>
7	<i>"Eu gostei mais ou menos porque não sou muito fã de computador. Prefiro as aulas na sala de aula".</i>
8	<i>"Foi interessante porque você vê na prática os assuntos estudados em sala de aula. É bem melhor! Estimula o aprendizado!"</i>
9	<i>"Não gostei muito. Senti a falta do professor mais perto de mim."</i>
10	<i>"Bem legal! Motivou e despertou curiosidades".</i>
11	<i>"Uma experiência diferente, saindo da rotina dos papéis e partindo para a parte dos experimentos".</i>
12	<i>"Eu gostei porque os gráficos mostrados nas aulas de Física agora fazem sentido para mim".</i>
13	<i>"Bem mais prático! Simplificando o que muitos acham difícil".</i>
14	<i>"Foi muito Bom! Uma nova experiência e um novo aprendizado".</i>
15	<i>"Foi interessante porque ao fazer as atividades vimos como os resultados aconteciam".</i>

QUADRO 4 - Opinião dos estudantes acerca do estudo de Física com simuladores.

5.2 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Ao aferir os rendimentos das turmas nas provas aplicadas, bem como o levantamento do número de acertos da questão experimental presente nelas, tais dados nos levaram a crer que o desempenho dos educandos sendo instruídos da forma tradicional ou a partir da metodologia proposta não apresenta diferenças significativas, caso nos debruçemos em aspectos genuinamente quantitativos. Contudo, existiram fortes indícios de que a motivação, o entendimento, a socialização, a desinibição, a satisfação em aprender e as noções experimentais lograram progresso com a metodologia híbrida de aulas tradicionais e debates envolvendo os textos e os roteiros de simuladores. É digno de nota, aconselhar os docentes interessados em nosso projeto de ensino, a trabalharem com turmas de até 15 alunos, uma vez que, da maneira adotada por nós, o trabalho e a atenção dividida aos estudantes foi ofício exaustivo, embora prazeroso. Vale atentarmos, também, à ordem de apresentação dos simuladores, buscando o aumento gradativo do nível de complexidade e do número de conceitos abordados de cada tema, no intuito de não tornar o trabalho enfadonho logo de início. Uma boa alternativa de gradação de complexidade é aquela sugerida no **QUADRO 2**. O mesmo comentário é pertinente ao trabalhar com os textos - vide **QUADRO 3**. Em nossa empreitada, não fizemos mensuração de alguns aspectos de extrema serventia à validação dos roteiros desenvolvidos nesse plano de ensino, quais sejam: o nível de dificuldade de cada questão, a clareza dos enunciados, o liame do software trabalhado e a correspondência com as concepções prévias dos discentes de outras áreas da Física. Nesse ínterim, semeamos este mister aos colegas interessados no tema. No que tange ao ensino de Física, esperamos ter contribuído de alguma forma com nossas considerações. Por isso, é válido reiterar a necessidade de trabalhos futuros visando confirmar tais constatações e dar polimento aos resultados alcançados nesse tratado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AUDINO, Daniel Fagundes e NASCIMENTO, Rosemy da Silva. Objetos de aprendizagem-diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada à educação. **Revista Contemporânea de Educação**, vol. 5, n.10, jul/dez 2010.

BESSA, Valéria da Hora. "Teorias de Aprendizagem". Curitiba: IESDE Brasil S.A, 2008 (Apostila).

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em:<www.planalto.gov.br>. Acesso em: 10 ago. de 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes curriculares nacionais para a educação de jovens e adultos, **Parecer CEB, n ° 11 de 19 de julho de 2000b**. Relator: Carlos Roberto Jamil Cury. Diário oficial, Brasília, Seção 1e, p. 15, jun. 2000. Disponível em:<http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf1/Proeja_parecer11_2000.df>. Acesso em: 10 ago. 2014.

BRASIL. TIC Governo Eletrônico 2013. Comitê Gestor de Internet no Brasil. **Pesquisa sobre o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no Setor Público Brasileiro**. Disponível em:<http://cgi.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_eGOV_2013_LIVRO_ELETRONICO.pdf> Acesso em: 20 de Ago. 2014.

CALÇADA, Caio Sérgio e SAMPAIO, José Luiz. **Física Clássica**. São Paulo : Atual, 1985.

CAMPBELL, Donald Thomas e STANLEY, Julian Cecil (1979). **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa**. Tradução de R.A.T Di Dio. São Paulo: EPU-EDUSP.

FERREIRA, Luciana Nobre de Abreu e QUEIROZ, Salette Linhares. "Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão". **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, São Paulo, 1(5): 3-31, 2012.

FIALHO, Francisco Antônio Pereira e MENDES, Mauricio Alves. **"Avaliação de simuladores aplicados na Educação Tecnológica a Distância"**. Paraná: CEFET, 2004. Disponível em: <www.abed.org.br/congresso2004/por/htm/036-TC-B1.htm> Acesso: em 20 de Ago. 2014.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259-272, set. 2003.

FILHO, Geraldo Felipe. **"Simuladores computacionais para o ensino de física básica: uma discussão sobre produção e uso"**. Dissertação de mestrado, UFRJ, Programa de pós-graduação em Ensino de Física, Rio de Janeiro: dezembro, 2010 (fotocópia).

GASPAR, Alberto. **Física: Eletromagnetismo e Física moderna. vol.3, 1ª Edição**. São Paulo, 2001.

GILBERT, J. K. Visualization: A metacognitive Skill in Science and Science Education, in Gilbert, J.K. (ed), **Visualization in Science Education**, Netherlands: Springer, 09-27, 2005.

GOHN, Maria da Glória Marcondes (1984). **A pesquisa nas ciências sociais: considerações metodológicas**. Cadernos CEDES, 12:3-14.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. "Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos rumo à Aprendizagem Significativa". **QUÍMICA NOVA NA ESCOLA**, 3(31): 198-201, 2009.

KERLINGER, F.N. (1980). **Metodologia da pesquisa em ciências sociais**. Tradução de H.M. Rotundo. São Paulo e Brasília: EPU-EDUSP e INEP.

HECKLER, Valmir. "**Uso de simuladores e imagens como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de ótica**". Dissertação de Mestrado, UFRS, Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física, Porto Alegre: 2004 (fotocópia).

IEEE. Learning Technology Standards Committee (LTSC). **Draft Standard for Learning Object Metadata. 2000**. Institute of Electrical and Electronics Engineers. Inc. LTSC.(2000). Learning Technology Standards Committee website. Disponível em:<<http://ltsc.ieee.org/>>. Acesso em 25 de jun. de 2014.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; KANBACH, Bruno Gusmão. A Relação com o Saber Profissional do Professor de Física e o Fracasso da Implementação de Atividades Experimentais no Ensino Médio. **Investigação em Ensino de Ciências**, Rio Grande do Sul, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2007.

MACHADO, Verônica. "Na era do Tecnoaprendizado". **Correio Braziliense**, Brasília: Caderno Especial Volta às aulas, 13 de janeiro 2013, p. 2-3.

MARTINS, Gilberto de Andrade; LINTZ, Alexandre. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos de conclusão de curso**. São Paulo: Atlas, 2000.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: HUCITEC, 2002.

MENDES, Janduí Farias. "**O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de Mecânica sob a perspectiva da aprendizagem significativa**". Dissertação de Mestrado, UnB, Mestrado Profissional de Ensino de Ciências, Brasília: 2009 (fotocópia).

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: E.P.U, 1999.

_____. **Metodologia de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

PADOVANI, Stephania; MOURA, Dinara. **Navegação em hipermídia: Uma abordagem centrada no usuário**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

PERUZZO, Jucimar. **Experimentos de Física Básica. Eletromagnetismo, Física Moderna & Ciências Espaciais**. São Paulo: Livraria da Física, 2013.

PIRES, Marcelo Antônio. "**Tecnologias de Informação e Comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de Física**". Dissertação de Mestrado, UFRS, Programa de Pós - Graduação em Ensino de Física, Porto Alegre: 2005 (fotocópia).

- PISA, **Relatório Nacional dos resultados brasileiros-2012**. Disponível em :<http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio_nacional_pisa_2012_resultados_brasileiros.pdf>. Acesso em: 15 ago.2014.
- PORTO, João José. "**Análise de metodologias aplicadas à educação de jovens e adultos**" Monografia de Especialização, CEFET-SP, curso de especialização em Educação Profissional técnica de nível Médio Integrada na modalidade de Educação de Jovens e Adultos, São Paulo: julho, 2008 (fotocópia).
- PRAIA. P.; CAHAPUZ, A.;GIL-PÉREZ, D. A Hipótese e a Experiência Científica em Educação em Ciência: Contributos para uma Reorientação Epistemológica. **Ciência & Educação**, v. 8, n. 2, p. 253-262, 2002.
- RAMPAZZO, Lino. **Metodologia Científica: para alunos dos cursos de pós-graduação**. 3 ed. São Paulo: Loyola, 2005.
- REGINALDO, Carla Camargo, SHEID, Neusa John e GULLICH, Roque Ismael da Costa. "O ENSINO DE CIÊNCIAS E A EXPERIMENTAÇÃO". **Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, IX ANPED SUL, 2012**.
- SABINO, Maria Manuela do Carmo de. "Importância educacional da leitura e estratégias para sua promoção". **Revista Iberoamericana de Educación**, Portugal, 45(5): 1-11, 2008.
- SANTOS, Leila Maria Araújo; FLÔRES, Maria Lúcia Pozzatti; TAROUCO, Liane Margarida Rockenback. Objetos de aprendizagem: teoria instrutiva apoiada por computador . **RENOTE -Revista Novas Tecnologias na Educação**. Porto Alegre, v.6, n.2, p.1-10, 2007.
- SILVA, L. H. A; ZANON, L. B. Experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZER, Roseli P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.) **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: V Gráfica, 2000. p. 120-153.
- SINGH, Harbir. **Introduction to Learning Objects**. 2001. Disponível em: <<http://www.elearningforum.com/july2001/singh.ppt>>. Acesso em 25/05/2014.
- SPINELLI, Walter. **Aprendizagem Matemática em Contextos Significativos: Objetos Virtuais de Aprendizagem e Recursos Temáticos**. Dissertação (Mestrado em Educação)-Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.
- TIPLER, Paul. **Física: Eletricidade, Magnetismo e Ótica vol.2, 4ª Edição**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- VALADARES, Eduardo Campos. **Física Mais que Divertida**. Belo Horizonte, Editora UFMG, 2000.
- VILAÇA, Frederico Nogueira. **Revisão Bibliográfica: A Experimentação no Ensino de Física**. UFSJ, São João Del Rei: (Programa institucional de bolsa de iniciação à docência. Disponível em:<www.ufsj.edu.br/portal2repositorio/File/pibidfisica/Trabalhos%20sobre%20Revisao/Frederico__110412_-_Revisao_bibliografica_-_a_experimentacao_no_ensino_de_fisica.pdf>Acesso: 12 de Jun. de 2014.

APÊNDICE - A
QUESTIONÁRIO SOBRE O PERFIL SOCIAL

Observação: Tanto no questionário relativo ao perfil social como naquele utilizado como pesquisa de opinião serviram como espaço amostral 50 estudantes.

QS₁- Sua idade está situada em qual intervalo?

- a) entre 18 e 20 anos; c) entre 31 e 40 anos;
b) entre 21 e 30 anos; d) acima de 40 anos;

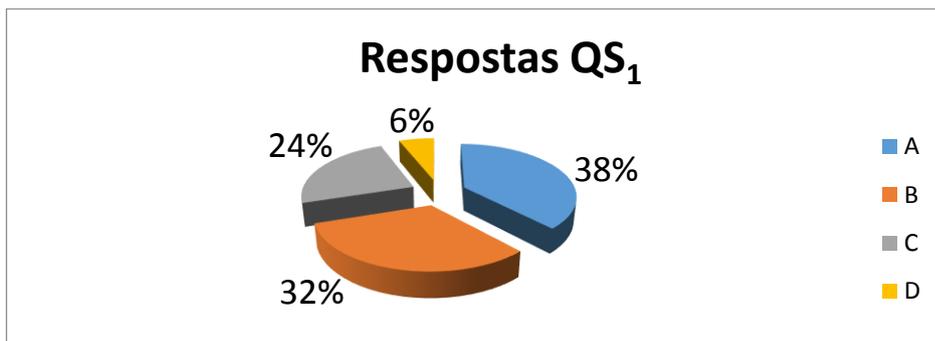


GRÁFICO 18- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₁.

QS₂-Você trabalha?

- a) Sim b) Não



GRÁFICO 19- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₂.

QS₃- Quando está em casa, você estuda quantas horas por dia?

- a) Estudo menos de 1 hora por dia;
- b) Estudo somente em sala de aula (na escola);
- c) Estuda 1 hora ou mais de por dia;



GRÁFICO 20- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₃.

QS₄- Você possui computador com acesso a internet?

- a) Posso computador, mas não tenho acesso à internet;
- b) Posso computador e acesso a internet;
- c) Não possuo computador, mas faço acesso à internet quando necessito;
- d) Não possuo computador nem internet;

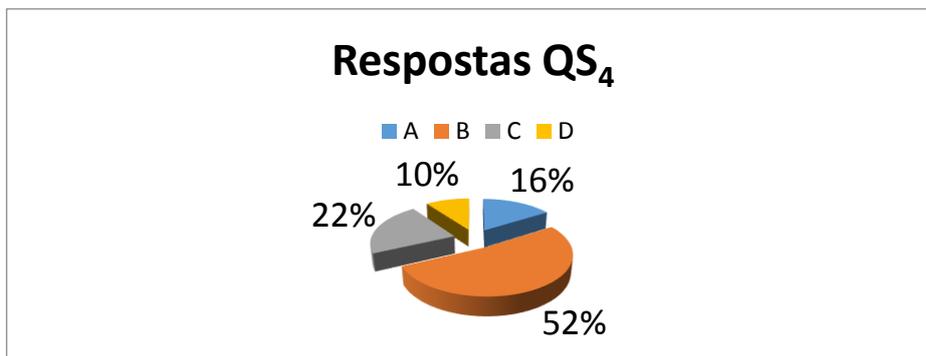


GRÁFICO 21- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₄.

QS₅- Você possui conhecimentos básicos e informática (Windows, Word, Excel e internet Explorer)?

a) Sim

b) Não



GRÁFICO 22- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₅.

QS₆-Você tem facilidade nas disciplinas de exatas (Matemática, Física e Química)?

a) Sim, sempre tive boas notas nessas áreas;

b) Não, minhas notas sempre foram regulares ou ruins nessas áreas;



GRÁFICO 23- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₆.

QS₇-Em sua opinião se houvesse atividades de laboratório na escola na área de exatas seu desempenho nas áreas de exatas poderia:

a) Ser melhor, pois com atividades diferentes a motivação em aprender seria maior;

a) Ser o mesmo, pois a dificuldade enfrentada vem de longa data das séries iniciais;

c) Ser pior, pois acredito que o laboratório dificultaria ainda mais essas matérias;



GRÁFICO 24- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₇.

QS₈-Quanto tempo você ficou distante dos estudos?

a) Até 2 anos; b) Mais de 2 menos de 4 anos; c) Mais de 4 anos;



GRÁFICO 25- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₈.

QS₉-Você já reprovou alguma vez?

(A) Não, nunca.

(C) Sim, duas vezes.

(B) Sim, uma vez

(D) Sim, três vezes ou mais.



GRÁFICO 26- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₉.

QS₁₀-Qual o principal motivo de você continuar estudando?

- a) Conseguir um emprego.
- b) Progredir no emprego atual.
- c) Conseguir um emprego melhor.
- d) Adquirir mais conhecimento, ficar atualizado.
- e) Atender à expectativa de meus familiares sobre meus estudos.

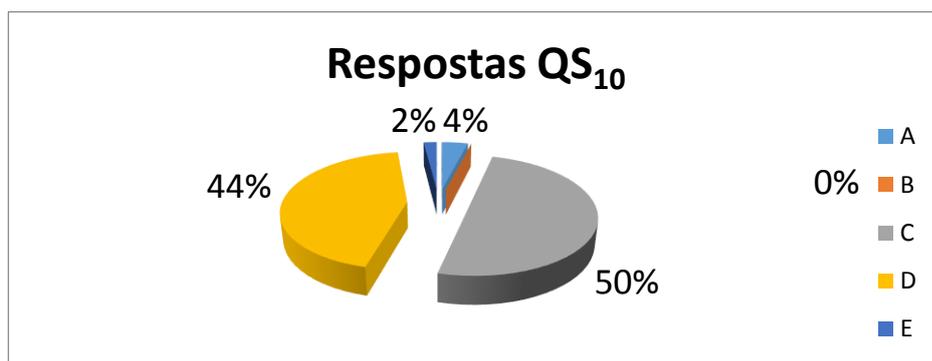


GRÁFICO 27- Frequências relativas das respostas à pergunta QS₁₀.

QS₁₁-Somando a sua renda com a renda das pessoas que moram com você, quanto é, aproximadamente, a renda familiar mensal?

- a) Até 1 salário mínimo (até R\$ 678,00).
- b) De 1 a 3 salários mínimos (de R\$ 678,01 até R\$ 2.034,00).
- c) De 3 a 6 salários mínimos (de R\$ 2.034,01 até R\$ 4.068,00).
- d) Mais de 6 salário mínimos (R\$ 4.068,00).

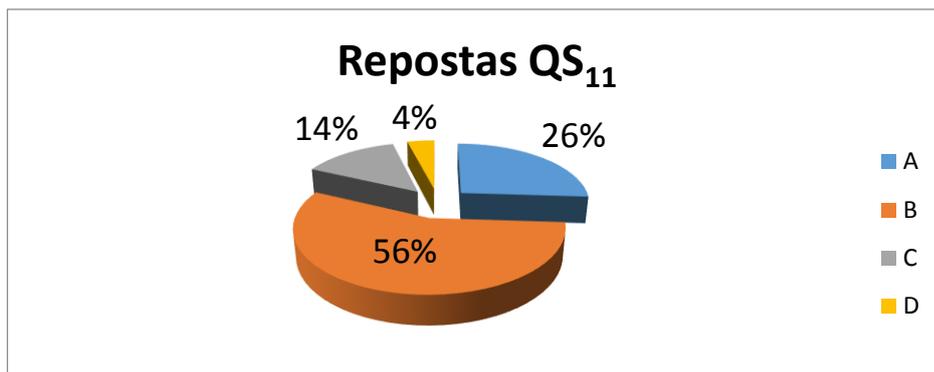


GRÁFICO 28-Frequências relativas das respostas à pergunta QS₁₁.

APÊNDICE - B

QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO

Este questionário foi elaborado com base no questionário de opinião existente na obra de (HECKLER, 2004).

Opiniões sobre os textos:

Q₁: O material de eletrostática com abordagem experimental disponibilizado em forma de textos foi importante para a sua aprendizagem do assunto?

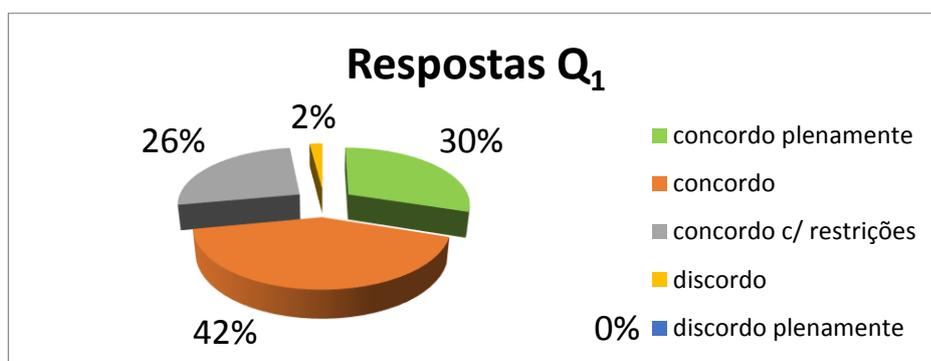


GRÁFICO 29- Frequências relativas das respostas à pergunta Q₁.

Q₂: Acredita ter aprendido os tópicos de eletrostática com auxílio do material em textos de abordagem experimental?

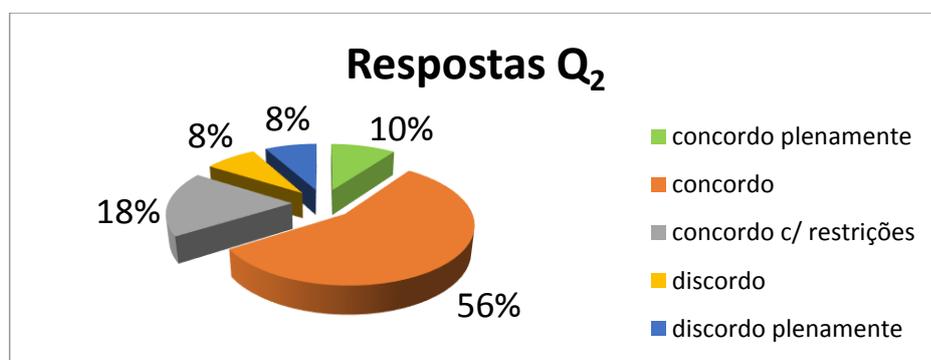


GRÁFICO 30- Frequências relativas das respostas à pergunta Q₂.

Q₃: Como você classifica o nível do material de eletrostática disponibilizado na forma de textos, seguindo discussões experimentais?

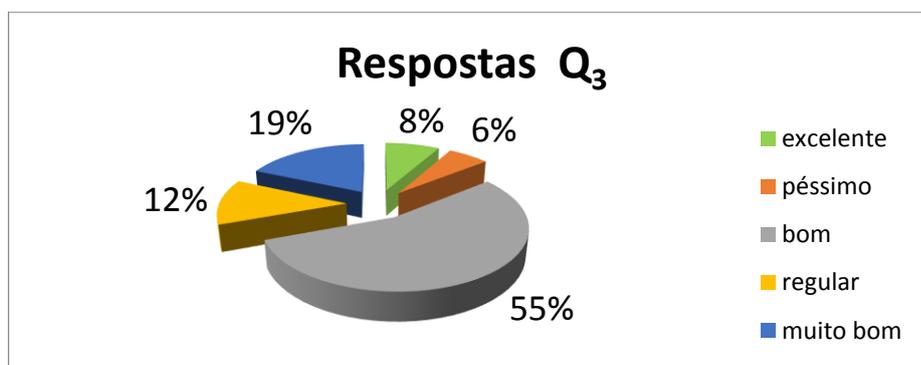


GRÁFICO 31-Frequências relativas das respostas à pergunta Q₃.

Q₄: Os textos com abordagem experimental que aparecem no material de eletrostática, mostrando aplicações práticas de determinado fenômeno ou evento da física foram mais significativos para minha aprendizagem do que se os mesmos fossem apresentados oralmente pelo professor em sua aula expositiva?

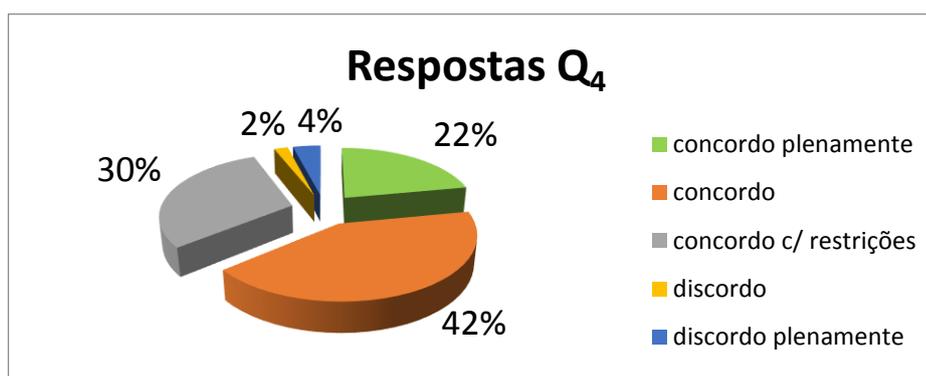


GRÁFICO 32- Frequências relativas das respostas à pergunta Q₄.

Opiniões sobre os simuladores:

Q₅: O uso de simuladores interativos foi importante para o entendimento dos tópicos estudados?

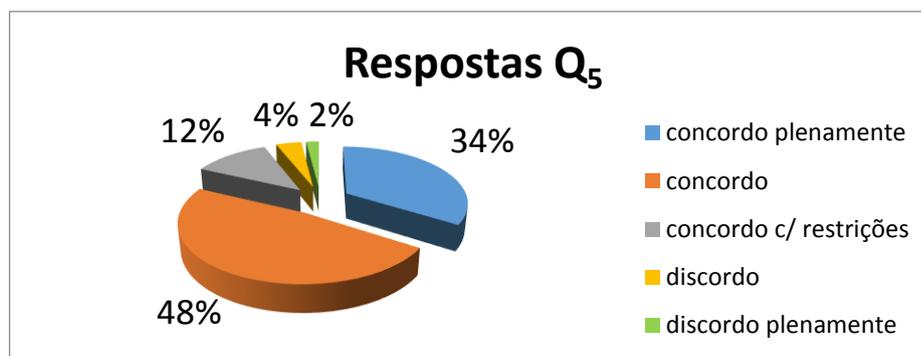


GRÁFICO 33-Frequências relativas das respostas à pergunta Q₅.

Q₆: Você se sentiu mais à vontade (menos tímido) para tirar dúvidas durante as aulas práticas com os simuladores do que quando as aulas são ministradas pelo professor falando e mostrando no quadro?



GRÁFICO 34-Frequências relativas das respostas à pergunta Q₆.

Q₇: Você acredita que teria aprendido mais sobre eletrostática se as aulas tivessem acontecido sem auxílio da informática, com apenas as explicações do professor no quadro e o estudo de suas notações?

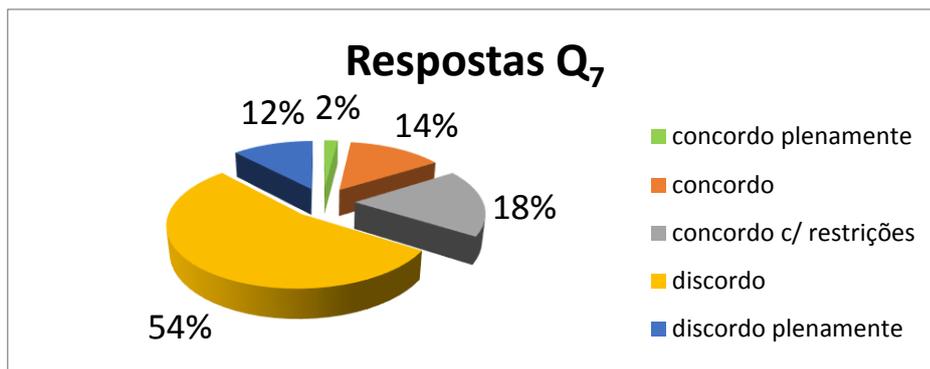


GRÁFICO 35- Frequências relativas das respostas à pergunta Q₇.

Q₈: Você acredita que desenvolveu alguma noção de experimentação (prática laboratorial) de Física com a utilização de simuladores?



GRÁFICO 36- Frequências relativas das respostas à pergunta Q₈.

Q₉: Descreva qual foi a sua opinião em ter aulas de Física usando simuladores. (Escreva no máximo 3 linhas).

Opiniões sobre a metodologia:

Q₁₀: Frente ao uso dessa metodologia de ensino, a postura do professor foi a de um orientador e facilitador, auxiliando nos casos de dúvidas, indicando caminhos para o bom uso do

material, mostrando possíveis falhas, nas minhas concepções e das relações que eu construí, mostrando relações importantes entre os diferentes tópicos, indicando novos caminhos para facilitar a aprendizagem, desafiando-me com novas questões:



GRÁFICO 37-Frequências relativas das respostas à pergunta Q₉.

Q₁₁: Qual é a sua impressão sobre esta metodologia de ensino? Marque a resposta que mais se aproxima de sua opinião:

- A metodologia em si é muito boa. Mas deve haver muita concentração por parte dos alunos.
- Esclarecedora, inovadora, interessante e eficiente.
- Muito importante porque é preciso renovação para que as aulas não se tornem monótonas, assim, todos ficam atentos.
- O uso da informática é importante, mas a interação entre aluno e professor fica prejudicada com esse instrumento.
- Ótima, pois eu adoro lidar como o computador, pois ele me chama atenção.

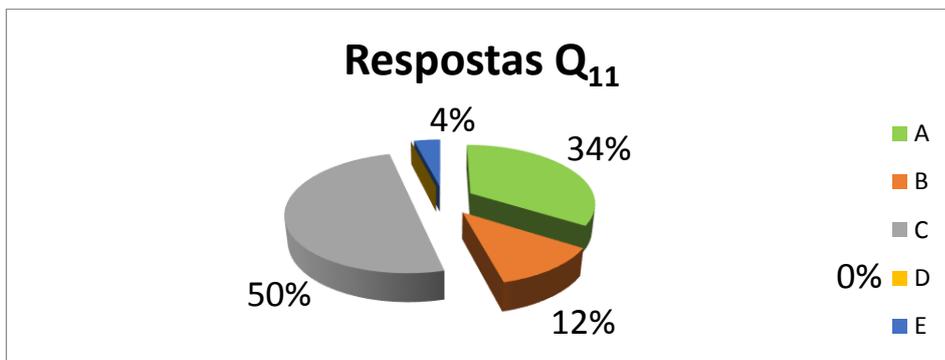


GRÁFICO 38-Frequências relativas das respostas à pergunta Q₁₁.

Q₁₂: Você se sentiu mais motivado em aprender Física utilizando o material escrito e os simuladores do que quando o professor usa somente sua exposição oral e a lousa?



GRÁFICO 39-Frequência relativa das respostas à pergunta Q₁₂.

Q₁₃: Você acredita que entendeu melhor a matéria com a utilização dos textos e simuladores se comparadas às aulas sem essas ferramentas?



GRÁFICO 40-Frequências relativas das respostas à pergunta Q₁₃.

Q₁₄: Em sua opinião, você foi mais participativo e comunicativo com os demais colegas da turma e com o professor nas aulas práticas com simuladores e textos do que nas aulas sem estes instrumentos?



GRÁFICO 41-Frequência relativa das respostas à pergunta Q₁₄.

Q₁₅: Você considera que ao utilizar os simuladores e textos a fim de aprender Física foi maior seu prazer em aprender?



GRÁFICO 42-Frequências relativas das respostas à pergunta Q₁₅.

Q₁₆: Este novo método de ensino, através do auxílio da informática, fazendo uso de simuladores e textos, despertou maior interesse pelas aulas de Física?

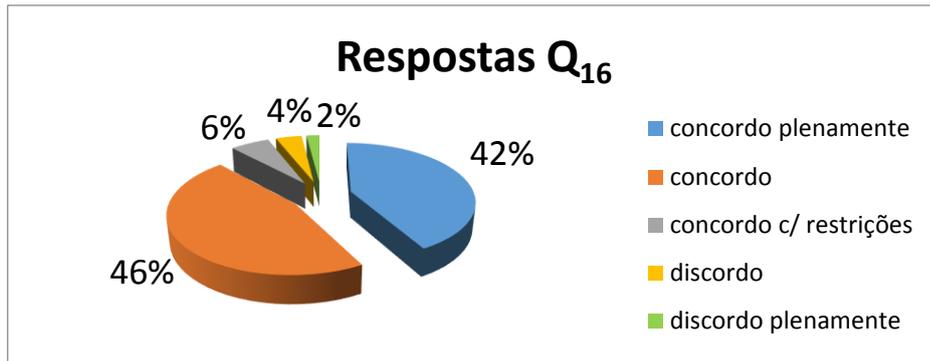


GRÁFICO 43-Frequências relativas das respostas à pergunta Q₁₆.

Q₁₇: Os fenômenos da eletrostática são importantes para minha formação?

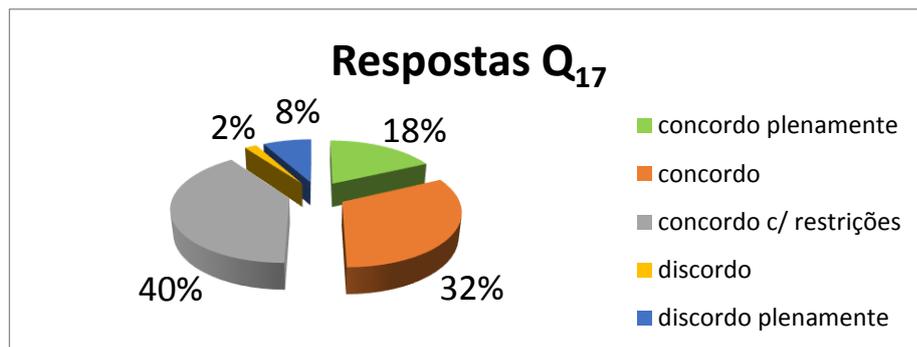


GRÁFICO 44-Frequências relativas das respostas à pergunta Q₁₇.

APÊNDICE C

O Produto gerado (em CD-ROM).

Bate-papo Inicial:

Olá Amigo Professor! É com imensa satisfação que trago a você essa obra. Minha intenção com ela é tratar o assunto eletrostática inserindo algumas atividades que possam transmitir ao estudante a essência experimental da Física. Para tanto, faço a utilização de alguns simuladores interativos gratuitos escolhidos na web além de roteiros e textos que ressaltam a fenomenologia de cada tema e seus pontos de experimentação, sempre que possível. Obviamente, me parece excessiva astúcia julgar que os ensaios e as discussões sugeridas nesse material substituem as atividades laboratoriais demonstrativas, até porque tais atividades não fazem a referida substituição.

Em linhas gerais, a motivação para a produção dessa obra foi o elevado enfoque dado às teorias e operacionalização da Física em sala de aula, sem, contudo, dar destaque ao elemento crucial da revolução científica do século XVII, semeada por ninguém menos que Galileu Galilei, qual seja: a formulação de teorias a partir da reprodução controlada dos fenômenos, ou seja, a experiência.

Nesse contexto, tenho por objetivo, transmitir com auxílio do material que segue um apanhado da formação experimental do professor e formar um "juízo de experiência" com situações-problema, medidas, tabulação de dados, testes e discussões de textos.

É digno de nota, que todo esse "utensílio pedagógico" e sua proposta foi elaborada para atender aos estudantes do Centro de Ensino Fundamental 01 da cidade-satélite Vila Estrutural - DF, onde a maior parte dos estudantes cursa a modalidade de ensino de Educação de Jovens e Adultos, no período noturno, e compõem um grupo social de baixa renda e de estudantes-trabalhadores. Acredito que minha estratégia é bastante salutar em escolas que não tenham laboratório demonstrativo de Física e que haja a intenção desenvolver concepções prévias dos estudantes na área experimental.

Aos colegas docentes, espero que gostem!

Leandro Vaz.

Dica importante:

Àqueles professores que desejam implementar atividades com simuladores em suas aulas, um conselho importante: antes de fazê-lo, é interessante orientar os alunos a realizarem pesquisas com alguns tópicos do assunto no laboratório de informática da escola. Nessas atividades, o professor vai percebendo aqueles discentes com maior e menor destreza com o computador e na navegação em internet. Em seguida, o docente pode incentivar a formação de duplas a fim de conseguir maior envolvimento dos aprendizes na colaboração entre eles e na realização da atividade. Em um curso de Educação de Jovens e Adultos, sugiro que 1 aula por semana seja dedicada às pesquisas. Até começarmos a por “a mão na massa” (com simuladores)! A Seguir alguns tópicos de pesquisa interessantes na internet:

- ✓ Conceito de carga elétrica;
- ✓ Quantos elétrons são necessário para termos 1 C (um coulomb) de carga? ;
- ✓ Qual foi a utilidade da balança de torção de Coulomb?;
- ✓ Para que servem os Hemisférios de Cavendish?;
- ✓ Qual era a intenção de Faraday com sua tela cônica? Pesquise sobre "Tela cônica de Faraday";
- ✓ Gaiola de Faraday;
- ✓ Poder das pontas;

A partir de algumas dessas buscas o professor pode discutir com os estudantes se a Física elabora suas teorias apenas pela observação ou se muito do que é proposto tem sua origem nas experiências. Sugiro que os estudantes anotem suas pesquisas no caderno e que o professor levante algum debate em torno do tema: relação entre teoria e experiência em Física.

Noções Experimentais X Percepção Experimental

Neste trabalho, proponho o desenvolvimento de noções experimentais aos estudantes a partir da metodologia que conjuga os simuladores e seus roteiros de simulação com os textos selecionados por mim. No entanto, os docentes interessados nesse material, podem indagar: O que são “noções de experimentação”? Será que após este curso o estudante será capaz de encarar a rotina de um laboratório e torna-se um experimentador? Nada disso! Na verdade, a intenção dessa metodologia alternativa é formar a percepção experimental em Física, ou seja,

o aluno deve amadurecer no sentido de conceber a Física como uma ciência de construção coletiva a partir da teoria e também da experiência. Assim, talvez seja mais apropriada a alcunha “percepção experimental” do que noções experimentais (por ser um conceito mais amplo que envolve o desenvolvimento de habilidades motoras e procedimentais). A título de informação, as competências trabalhadas nos softwares a seguir tiveram como fundamentos, tornar os estudantes aptos a:

- ✓ Fazer inferências de ordem teórica a partir da reprodução controlada de fenômenos físicos (ensaio simulado);
- ✓ Fazer medidas e organizá-las;
- ✓ Testar comportamentos previstos pela teoria;
- ✓ Perceber o processo de modelagem;

Claro que busquei trabalhar todas essas competências, contudo, em cada programa pode ter havido a predominância de alguma delas em detrimento das outras, fato que pode ser associado as limitações da ferramenta computacional e da inspiração na elaboração dos roteiros.

Relatando experiências:

Cada tópico de pesquisa pode ser relacionado com o relato de alguma experiência. A idéia é que os estudantes percebam que a Física é uma ciência experimental. Exemplificando:

O conceito de carga elétrica:

A carga elétrica pode ser definida, sem muito rigor, como: "a propriedade característica de algumas partículas que compõem o átomo (prótons e elétrons)". Experimentalmente, temos dois comportamentos contrários entre as partículas do "tipo próton" e do "tipo elétron" quando inseridas com velocidade numa região entre os polos norte e sul de ímãs (não é necessário definir campo magnético, por hora). Observe:

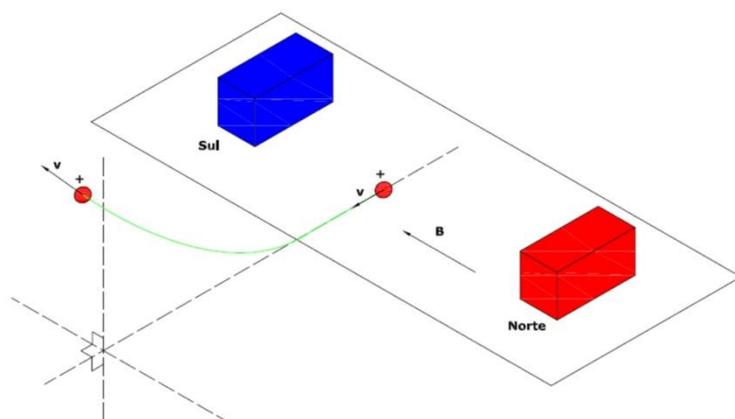


FIGURA 13 - Próton (carga positiva) sendo desviado na região \vec{B} entre polos de ímã.

Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/efeitosobrecargas2.php>
 Pesquisado em 05/01/2015.

Note o desvio "para cima" do próton, quando ele atravessa com velocidade v a região de \vec{B} . Esse comportamento fará com que associemos a ele carga positiva.

Caso façamos a mesma experiência como o elétron, teremos o seguinte:

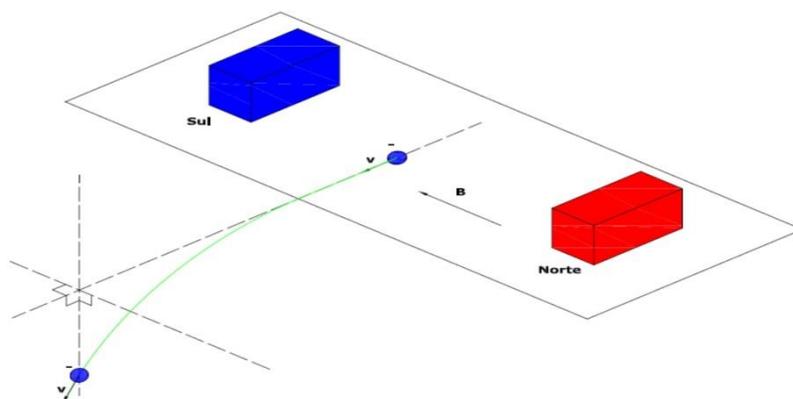


FIGURA 14 - Elétron (carga negativa) sendo desviado na região \vec{B} entre polos de ímã.

Fonte: <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/efeitosobrecargas2.php>
 Pesquisado em 05/01/2015.

Note o desvio "para baixo" do elétron, quando ele atravessa com velocidade v a região de \vec{B} . Esse comportamento fará com que associemos a ele carga negativa.

Conclusão: Devido ao fato dos comportamentos de prótons e elétrons serem contrários nessa experiência (e em muitas outras) podemos associar a eles uma propriedade a ambos, cujo nome é carga elétrica (uma positiva e outra negativa, mas poderia ser "carga preta" e "carga branca", "carga quente" e "carga fria", as denominações são arbitrárias para aludir aos comportamentos experimentais).

Conforme foi dito, podemos associar a cada tema um relato de experiência, outro exemplo seria:

Quantização da carga

Num laboratório, certo estudioso aferiu com um contador de cargas a equivalência que 1 C (um coulomb) possui $6,25 \cdot 10^{18}$ elétrons. Quanto de carga, em Coulombs, há em 1 elétron?

Fazendo uma regra de três simples e direta, temos:

$$1 \text{ C} \text{-----} 6,25 \cdot 10^{18} \text{ elétrons}$$

$$Q_e \text{-----} 1 \text{ elétron.}$$

$$Q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

Outras sugestões de contextualizações:

O Experimento de Cavendish e a Tela cônica de Faraday são dois experimentos que demonstram a migração de cargas para a superfície externa de materiais condutores.

No poder das pontas, é interessante mostrar o torniquete elétrico. As demais contextualizações deixo a cargo dos colegas. Vamos aos simuladores!

APÊNDICE - D

Roteiro para a prática com o simulador "Balões e Eletricidade Estática".

Discussões Experimentais utilizando o software "Balões e eletricidade estática"

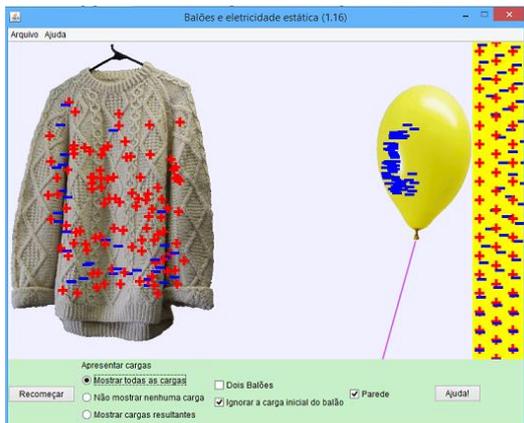


FIGURA15: Interface do software "Balões e Eletricidade".

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons

Pesquisado em: 12/03/2014.

Instrução inicial:

Antes de começar a responder à atividade 1 no programa Balões e Eletricidade deixe marcado "**Mostrar todas as cargas**" e desmarque "**ignorar a carga inicial do balão**".

Atividade 1

Conte o número de cargas positivas e negativas no balão:

Respostas: Cargas positivas _____

Cargas Negativas _____

A partir dessa contagem podemos concluir que:

- O balão não está eletrizado;
- O balão está eletrizado;
- Não é possível afirmar nada apenas com a contagem das cargas do balão;
- O número de cargas mostrado é infinitamente grande, sendo impossível contabilizá-lo.
- Não sei.

Instrução

Marque no programa o campo "Dois balões" (aparecerá um balão azul).

Atividade 2

Coloque o balão azul próximo ao balão amarelo. Verifique o que ocorre (atração ou repulsão ou nenhuma interação entre eles). A partir do que foi observado, pode-se concluir que:

- Os dois balões estão eletrizados.
- Os dois balões não estão eletrizados.
- Não foi possível tirar conclusão sobre o estado elétrico dos balões a partir de tal experimento.
- Um balão está eletrizado e o outro balão encontra-se neutro.
- Não sei.

Atividade 3

Atrite os dois balões, podemos notar que:

- Após o atrito eles se atraem.
- Após o atrito eles se repelem.
- Após o atrito eles não interagem porque não se eletrizam.
- Após o atrito um adquire carga e o outro se descarrega.
- Não sei.

Atividade 4

Atrite o balão amarelo no casaco. Em seguida, atrite o balão azul no casaco. Tente aproximar os dois balões. O que ocorre é:

- Os balões se repelem.
- Os balões se atraem.
- Os balões não interagem.
- Um balão é atraído pela parede e o outro não é.
- Não sei.

Instrução

Clique em recomendar.

Atividade 5

Atrite um dos balões no casaco. Cole-o na parede. Aproxime e encoste o outro balão ao balão da parede, pode-se afirmar que:

- a) O balão encostado eletriza-se por contato.
- b) O balão encostado eletriza-se por atrito.
- c) O balão encostado eletriza-se por indução.
- d) O balão encostado não fica eletrizado.
- e) Não sei.

Instrução

Marque no programa "não mostrar cargas" e desmarque o campo "Dois balões" (o balão azul irá sumir).

Atividade 6

Atrite o balão amarelo no casaco de lã. Em seguida, afaste-o e solte o balão. O que acontece:

- a) O balão e o casaco se atraem, porque ambos ficam eletrizados por atrito.
- b) O balão é atraído pelo casaco porque apenas este último está eletrizado.
- c) O balão atrai o casaco porque apenas o balão ficou eletrizado por atrito.
- d) Os prótons do casaco são transferidos para o balão.
- e) Não sei.

Instrução

Marque o campo "mostrar cargas resultantes"

Atividade 7

Podemos concluir que, na eletrização por atrito:

- a) No fim do processo, os elementos ficam com cargas de mesmo sinal.
- b) No fim do processo, os elementos participantes atraem-se.

c) No fim do processo, um dos corpos fica carregado e o outro fica neutro.

d) Seria necessária a utilização de um fio terra para este tipo de eletrização.

e) Não sei.

Atividade 8

Após a eletrização por atrito, ao aproximarmos o balão da parede ele fica grudado porque:

- a) Corpos eletrizados podem atrair corpos neutros;
- b) Corpos neutros se atraem;
- c) A parede está eletrizada;
- d) Tanto a parede como o balão estão eletrizados;
- e) Não sei.

Atividade 9

Quando aproximamos o balão da parede após o atrito com o casaco vemos que ocorre a separação de cargas nessa parede, tal fenômeno pode ser caracterizado como:

- a) Eletrização da parede;
- b) Indução parcial, ou seja, separação momentânea de cargas.
- c) Eletrização por indução e a consequente interação dos corpos;
- d) Eletrização por contato;
- e) Não sei.

Atividade 10 Pelo princípio da conservação das cargas, os elétrons trocados entre o casaco e o balão, na eletrização por atrito, fazem com que as quantidades de carga deles sejam:

- a) A mesma, porém com sinais opostos;
- b) diferentes, porém com sinais opostos;
- c) A mesma, no entanto, com sinais iguais;
- d) Diferentes, mas com sinais iguais;
- e) Não sei.

APÊNDICE - E

Guia de aplicação do Roteiro para o simulador "Balões e Eletricidade Estática".

Orientação ao professor: Em sala de aula, muitas vezes, as definições e termos usados em Física causam confusão aos estudantes. É comum, o aluno se confundir entre o termo Nêutron (partícula subatômica desprovida de carga elétrica) e Corpo Neutro (corpo extenso com igual quantidade de prótons e elétrons em sua estrutura). E os "atropelos" não param por aí, os termos Potencial Elétrico e Energia Potencial Elétrica também são armadilhas ao entendimento dos aprendizes. Uma maneira de esclarecermos essas dúvidas é através de ferramentas computacionais, realizando pesquisa na internet, ou mostrando experimentalmente as relações e distinções entre os conceitos. A fim de atenuar esses deslizamentos do alunado, implementaremos a prática com simuladores, ocasião em que teremos a oportunidade de debater ideias e conceitos próximos e muitas vezes controversos com as concepções prévias dos estudantes. Para começar, utilizaremos o simulador "Balões e Eletricidade" em que propomos algumas questões no intuito de promover a troca de informações entre todos os envolvidos no processo de ensino.

Recomendamos que essa atividade seja feita em dupla e que seja dedicada a ela 1 aula de 50 min

(Os estudantes foram autorizados a consultar o caderno e conversar ou trocar ideias sobre as questões durante a atividade)

Estratégia de utilização do software:

A partir de situações-problema, discutimos as definições de corpo neutro, corpo eletrizado, natureza das cargas que se movem nos processos elétricos, atração e repulsão, princípio de conservação da carga, eletrização por atrito, eletrização por contato, indução eletrostática.

Instrução inicial:

Antes de começar a responder à atividade 1, no programa Balões e Eletricidade, deixe marcado "Mostrar todas as cargas" e desmarque "ignorar a carga inicial do balão".

Ao seguir a Instrução inicial, os estudantes irão visualizar a seguinte tela:

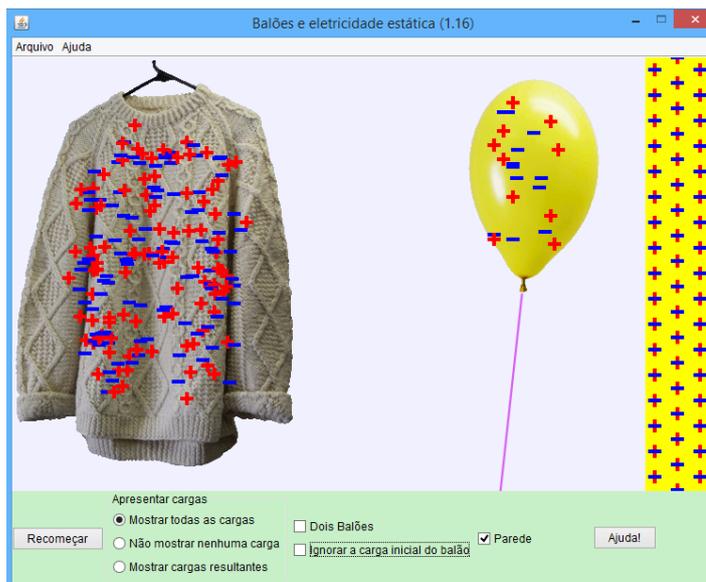


FIGURA 16: Tela para responder à atividade 1.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons

Pesquisado em 12/03/2014.

Ao verificar que os estudantes conseguiram chegar a este ponto o professor deve pedir para eles fazerem a Atividade 1.

Atividade 1

Conte o número de cargas positivas e negativas no balão:

Respostas: Cargas positivas _____

Cargas Negativas _____

A partir dessa contagem podemos concluir que:

- a) O balão não está eletrizado;
- b) O balão está eletrizado;
- c) Não é possível afirmar nada apenas com a contagem das cargas do balão;
- d) O número de cargas mostrado é infinitamente grande, sendo impossível contabiliza-lo.

e) Não sei.

Objetivo: Essa atividade tem por objetivo fazer com que os estudantes notem que quando um corpo possui igualdade entre o número de prótons e de elétrons em sua estrutura, podemos dizer que ele está eletricamente neutro.

Comentário: Quando um corpo está eletricamente neutro ele não atrai e nem repele outros corpos em sua vizinhança. Cumpre-nos salientar que os estudantes podem ter alguma dúvida relativa à contagem, pois um dos sinais de carga negativa apresenta-se mais espesso que os demais. No entanto, cabe ao professor prestar o esclarecimento que se trata de somente uma unidade de carga (um elétron).

Gabarito: letra a.

Instrução

Marque no programa o campo "Dois balões" (aparecerá um balão azul).

A seguir aparecerá a seguinte tela (com ela, responderemos as Atividades 2 e 3):

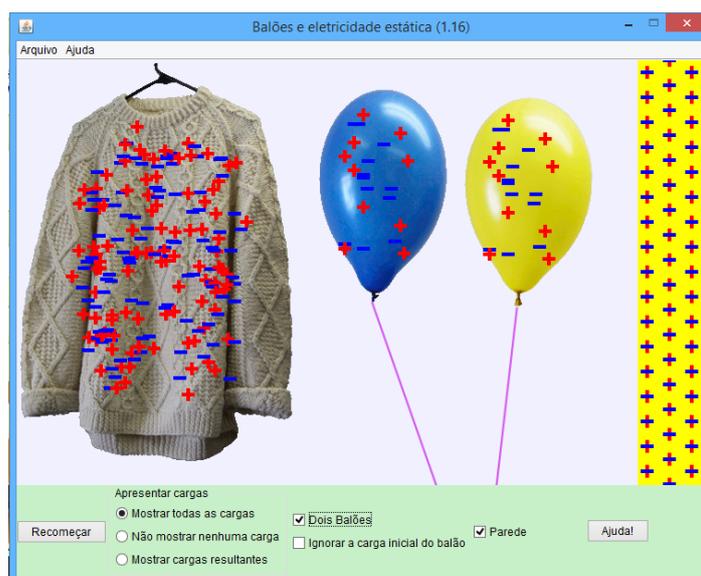


FIGURA17: Tela para responder à atividade 2.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons

Pesquisado em: 12/03/2014.

Atividade 2

Coloque o balão azul próximo ao balão amarelo. Verifique o que ocorre (atração ou repulsão ou nenhuma interação entre eles). A partir do que foi observado, pode-se concluir que:

- a) Os dois balões estão eletrizados.
- b) Os dois balões não estão eletrizados.

- c) Não foi possível tirar conclusão sobre o estado elétrico dos balões a partir de tal experimento.
- d) Um balão está eletrizado e o outro balão encontra-se neutro.
- e) Não sei.

Objetivo: Verificar se dois corpos neutros, de mesmo material, interagem com atração ou repulsão.

Comentário: Nessa questão, o professor deve orientar os estudantes a verificar se o balão de cor azul possui excesso de algum tipo de carga. Conforme será constatado, ambos os balões apresentam-se neutros, assim pode-se verificar que corpos desprovidos de eletricidade não interagem, ou seja, não estão sujeitos ao princípio da atração e repulsão. Essa Atividade 2 reforça as considerações da questão anterior.

Gabarito: letra b.

Atividade 3

Atrite os dois balões, podemos notar que:

- a) Após o atrito eles se atraem.
- b) Após o atrito eles se repelem.
- c) Após o atrito eles não interagem porque não se eletrizam.
- d) Após o atrito um adquire carga e o outro se descarrega.
- e) Não sei.

Objetivo: Verificar que dois corpos de mesmo material não se eletrizam por atrito.

Comentário: O professor pode, nesse ponto, reforçar a ideia de que corpos constituídos de mesmo material têm a mesma tendência em atrair ou ceder elétrons. É interessante recordar a série triboelétrica e sua maneira de utilização.

Gabarito: letra c.

Atividade 4

Atrite o balão amarelo no casaco. Em seguida, atrite o balão azul no casaco. Tente aproximar os dois balões.

A tela observada será a seguinte:

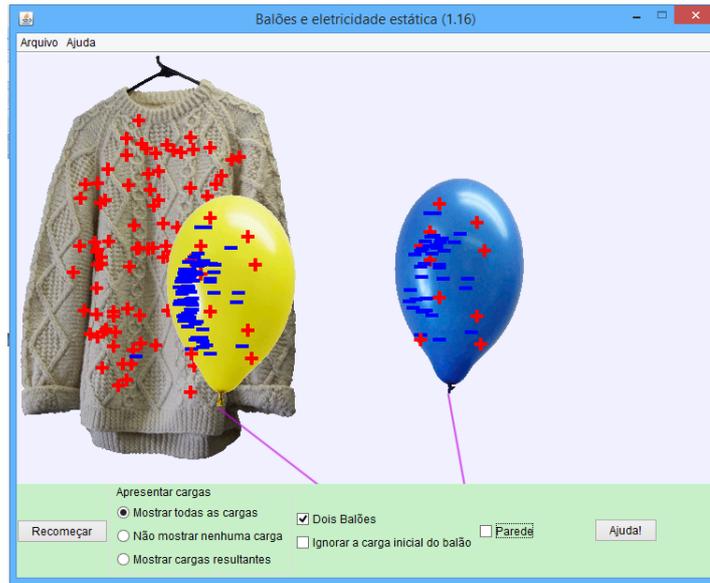


Figura 18:Tela para responder à Atividade 4.

Fonte:https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons

Pesquisado em: 12/03/2014.

O que ocorre é:

- a) Os balões se repelem.
- b) Os balões se atraem.
- c) Os balões não interagem.
- d) Um balão é atraído pela parede e o outro não é.
- e) Não sei.

Objetivo: Verificar a repulsão elétrica entre corpos eletrizados com cargas de mesmo sinal.

Comentário: É interessante pedir aos estudantes que desmarquem a opção "Paredê" no simulador a fim de que a repulsão entre os balões seja mais bem percebida. Outra dica importante é chamar a atenção ao fato de que quando os balões eletrizam-se as cargas que se movem no processo são os elétrons (lembrando que os prótons estão presos no núcleo atômico).

Gabarito: letra a.

Atividade 5

Atrite o balão amarelo no casaco de lã. Em seguida, afaste-o e solte o balão. O que acontece é:

A seguinte tela será observada:

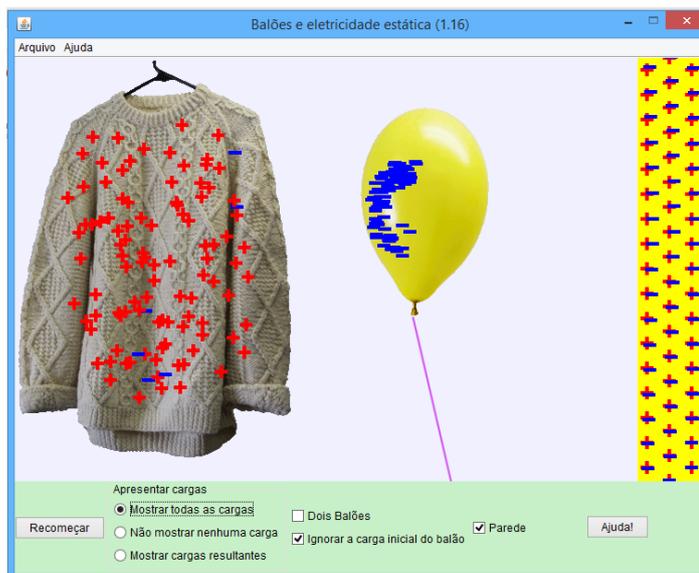


FIGURA19: tela para responder à atividade 5

Fonte:https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons

Pesquisado em: 12/03/2014.

- a) O balão e o casaco se atraem, porque ambos ficam eletrizados por atrito.
- b) O balão é atraído pelo casaco porque apenas este último está eletrizado.
- c) O balão atrai o casaco porque apenas o balão ficou eletrizado por atrito.
- d) Os prótons do casaco são transferidos para o balão.
- e) Não sei.

Objetivo: Verificar o princípio da Atração entre dois corpos eletrizados com sinais opostos.

Comentário: Nessa atividade podemos observar que, após o atrito, o excesso de cargas no balão faz com que ele interaja eletricamente com outros corpos eletrizados (casaco de lã) e corpos passíveis de indução eletrostática (parede). Aproxime-o da parede e observe que ele grudará nela.

Gabarito: letra a.

Atividade 6

Atrite um dos balões no casaco. Cole-o na parede. Aproxime e encoste o outro balão ao balão da parede, pode-se afirmar que:

A tela que teremos é a seguinte:

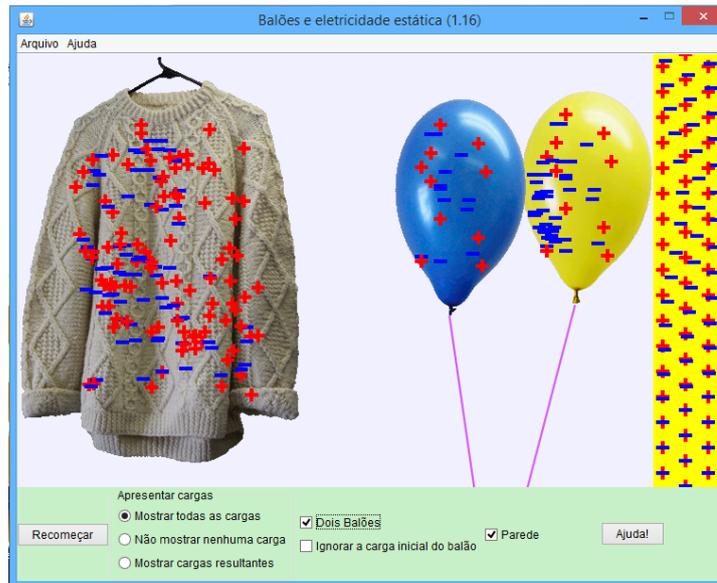


Figura20: Tela para responder à atividade 6

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons

Pesquisado em 12/03/2014.

- a) O balão encostado eletriza-se por contato.
- b) O balão encostado eletriza-se por atrito.
- c) O balão encostado eletriza-se por indução.
- d) O balão encostado não fica eletrizado.
- e) Não sei.

Objetivo: Observar que a eletrização por contato entre dois isolantes não é conseguida facilmente.

Comentário: Quando eletrizamos um isolante, as cargas ficam "presas" na região onde houve o contato. Pelo fato da estrutura dos isolantes não permitirem a movimentação de cargas com facilidade, fazer a eletrização por contato entre dois dielétrico é tarefa assaz complicada. Tal eletrização é mais comum e eficiente entre materiais condutores.

Gabarito: letra d.

Instrução

Marque o campo "mostrar cargas resultantes". Em seguida, atrite o balão ao casaco.

Atividade 7

Podemos concluir que, na eletrização por atrito:

- a) No fim do processo, os participantes ficam com cargas de mesmo sinal.

- b) No fim do processo, os participantes atraem-se.
- c) No fim do processo, um dos corpos fica carregado e o outro fica neutro.
- d) Seria necessária a utilização de um fio terra para este tipo de eletrização.
- e) Não sei.

Objetivo: Verificar os sinais das cargas dos corpos após o fenômeno da eletrização por atrito.

Comentários: Nessa atividade, o professor deve pedir que os estudante sigam as instruções da Atividade 5, após o atrito entre o balão e o casaco ambos se atraem mutuamente, por isso, podemos concluir que eles possuem sinais opostos ao final desse tipo de eletrização.

Gabarito: letra b.

Atividade 8

Após a eletrização por atrito, ao aproximarmos o balão da parede ele fica grudado por quê?

Quando atritamos o balão no casaco e o encostamos na parede, temos a seguinte tela (podemos responder as atividades 8 e 9 a partir dessa imagem):

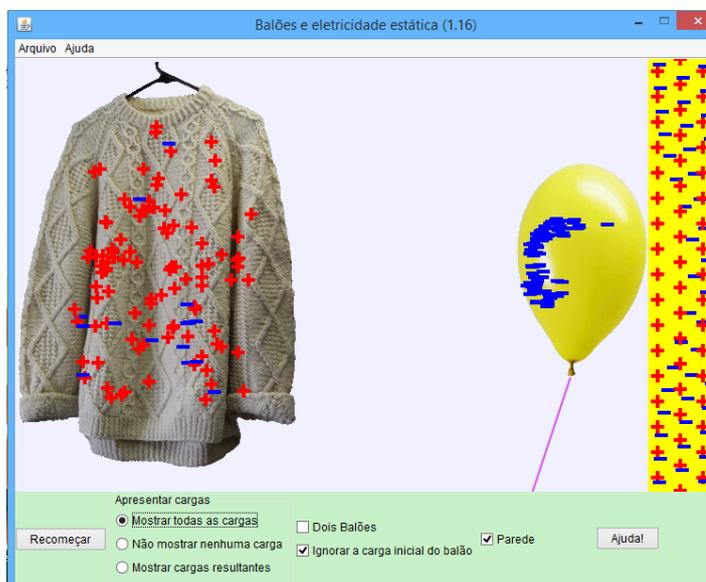


FIGURA21: Tela para responder às atividades 8 e 9.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons

Pesquisado em: 12/03/2014.

- a) Corpos eletrizados podem atrair corpos neutros;
- b) Corpos neutros se atraem;
- c) A parede está eletrizada;

- d) Tanto a parede como o balão está eletrizado;
- e) Não sei.

Objetivo: Observar a indução eletrostática.

Comentário: Ao professor cabe explicar o fato de que um corpo carregado pode atrair um corpo neutro. Convém fazer uma breve revisão da indução eletrostática.

Gabarito: letra a.

Atividade 9

Quando aproximamos o balão após o atrito com o casaco na parede vemos que ocorre a separação de cargas nessa parede, tal fenômeno pode ser caracterizado como:

- a) Eletrização da parede;
- b) Indução parcial, ou seja, separação momentânea de cargas.
- c) Eletrização por indução e a consequente interação dos corpos;
- d) Eletrização por contato;
- e) Não sei.

Objetivo: Reforçar os conceitos vistos na questão anterior.

Comentário: A fim de perceber que a parede apenas redistribuiu suas cargas sem haver troca de cargas com o balão, é possível efetuar a sua contagem de cargas e notar seu estado neutro.

Gabarito: letra b.

Atividade 10

Pelo princípio da conservação das cargas, os elétrons trocados entre o casaco e o balão, na eletrização por atrito, fazem com que as quantidades de carga deles sejam:

- a) A mesma, porém com sinais opostos;
- b) Diferentes, porém com sinais opostos;
- c) A mesma, no entanto, com sinais iguais;
- d) Diferentes, mas com sinais iguais;
- e) Não sei.

Objetivo: Relembrar o conceito de sistema eletricamente isolado e de conservação da carga elétrica.

Comentário: Uma sugestão interessante é pedir aos estudantes que realizem a soma algébrica das cargas antes do atrito e após o atrito do balão com o casaco. Assim, como consequência do princípio de conservação das cargas eles perceberão que $Q_{\text{balão}} = -Q_{\text{casaco}}$, ou seja, quantidade de cargas iguais, mas de sinais opostos.

Gabarito: letra a.

APÊNDICE - F

Roteiro para a prática com o simulador "Taxas e Campos".

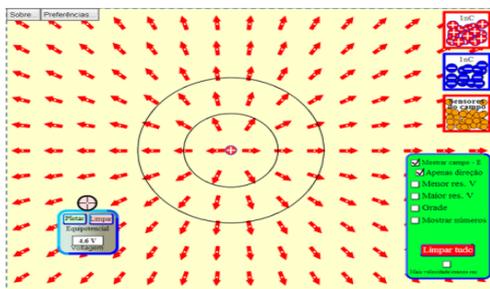


Figura 22: Interface do software "Taxas e Campos".

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-field

Pesquisado em: 12/03/2014.

Instrução inicial

No simulador "Taxas e campos" marque a opção "mostrar campo" no canto inferior direito do simulador. Em seguida, marque a opção "apenas direção".

Atividade 1

Selecione uma carga positiva e a insira no centro da tela do simulador. Faça um desenho do aspecto de linhas de campo indicadas pelas setas alaranjadas do programa. Retire a carga positiva e repita este processo para a carga negativa. Faça o desenho ilustrativo das linhas de campo para esta carga. Em seguida, coloque a carga positiva ao lado de uma carga negativa, ambas numa mesma linha horizontal. Como fica o aspecto das linhas de campo desta configuração de cargas (Faça um desenho representando a situação)?

a) Desenho das linhas de campo para a carga positiva.

b) Desenho das linhas de campo para a carga negativa.

c) Desenho das linhas da carga positiva próxima a carga negativa (dipolo elétrico).

Instrução

Clique na tecla "limpar tudo".

Atividade 2

Escolha uma carga (positiva ou negativa) e centralize-a na tela. Agora escolha dois elementos "sensores de campo elétrico" colocando um próximo a carga e outro distante dela. O que você nota? O campo elétrico é mais intenso próximo ou distante da carga? Isso tem previsão pela teoria de campo elétrico estudado em sala de aula?

Resposta: _____

Instrução

Clique na tecla "limpar tudo".

Atividade 3

Selecione 6 cargas positivas e 6 cargas negativas. Monte uma coluna de cargas positivas e outra de cargas negativas paralela à primeira. Faça o desenho ilustrativo das setas entre essas colunas de cargas.

a) Desenho das linhas de campo entre as colunas de cargas.

Instrução

Clique na tecla "limpar tudo". Em seguida, marque a opção "mostrar números".

Atividade 4

Escolha uma carga negativa ou positiva. Centralize-a na tela. Escolha um sensor de campo elétrico. Agora utilize a fita métrica disponibilizada no programa e meça a distância entre a carga e o sensor de campo. Faça a medida do potencial

elétrico com o medidor de potencial fornecido pelo programa. Calcule o valor da constante eletrostática do meio em questão. Podemos afirmar que essas cargas estão no vácuo? Por quê?

Atividade 5

Instrução

Clique em "limpar tudo". Selecione uma carga negativa e centralize-a na tela do simulador.

Com o aparelho EQUIPOTENCIAL (no canto inferior esquerdo) desenhe as equipotenciais de valores -5 V, -7 V e -9 V.

- Faça o desenho representativo dessas equipotenciais.
- Faça o desenho das linhas de campo elétrico juntamente com o desenho dessas equipotenciais. Qual é o ângulo entre elas?
- Utilize o recurso "Mostrar números" e, em seguida, fita métrica. Meça a distância entre as superfícies equipotenciais. Preencha a **TABELA 9** abaixo. As equipotenciais são igualmente espaçadas? S_n , $n = 0,1,2,3...$ denotam as equipotenciais a partir da carga.

TABELA 9 - Distância entre Equipotenciais

Elemento	Distância medida
S_0 (Carga)----- S_1 (-9V)	
S_1 (-9V)----- S_2 (-7V)	
S_2 (-7V)----- S_3 (-5V)	

- Caso desejássemos levar uma carga de prova de 2 C da equipotencial mais interna (-9V) para a equipotencial mais externa (-5V) determine o trabalho da força elétrica para efetuar tal tarefa.
- Calcule o quanto de energia potencial elétrica essa carga de 2 C possui em cada uma das superfícies equipotenciais (-5V), (-7V) e (-9V).

Atividade 6

O campo elétrico é dito uniforme quando suas linhas de campo podem ser representadas por setas paralelas, igualmente espaçadas e, suas superfícies equipotenciais mostram-se como planos perpendiculares a estas linhas, conforme ilustra a figura a seguir:

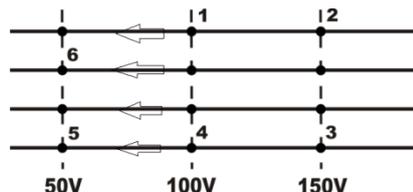


FIGURA 23: Campo Elétrico Uniforme.

Fonte: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/05/cursos-do-blog-eletricidade.html>

Pesquisado em: 15/02/2013.

Considerando a situação acima descrita, responda:

- Sabendo que o campo uniforme pode ser obtido pela disposição paralela de uma placa positiva e outra negativa, faça um desenho mostrando essas placas na situação da figura acima.
- Sabendo que o campo elétrico acima possui intensidade $E = 10 \text{ V/m}$, quanto é a distância entre duas equipotenciais adjacentes?
- Supondo que um cientista fez as seguintes medições de forças em várias cargas inseridas nesse campo da figura:

TABELA 10 - Cargas e Forças experimentadas no Campo Elétrico.

Carga	Força
10C	100 N
20C	200 N
30C	300 N
40C	400 N

- Com base nesses dados, qual seria a maneira de provar que se trata de um Campo Elétrico Uniforme?

APÊNDICE - G

Guia de aplicação do Roteiro para o simulador "Taxas e Campos".

Orientações ao professor: Nesse roteiro, temos por meta induzir o estudante a reproduzir as linhas de campo de algumas configurações de carga elétrica, bem como fazer com que o discente perceba as superfícies equipotenciais de cargas individuais, tudo a partir da modificação que os portadores de carga provocam na região de sua vizinhança, exploramos também, os conceitos de trabalho da força elétrica e campo elétrico uniforme. Arrolamos ao todo 6 questões tentando abarcar com alguma profundidade esses temas. Os objetivos de cada uma das questões são explicitados abaixo.

Recomendamos que essa atividade seja realizada em dupla e que seja dedicada a ela 2

ou 3 aulas de 50 mim

(Os estudantes foram autorizados a consultar o caderno e conversar ou trocar ideias sobre as questões durante a atividade)

Estratégia de utilização do software:

Com o auxílio do simulador, incentivamos os estudantes a fazer o desenho de algumas configurações de linhas de força e das superfícies equipotenciais. Com certos recursos do software, os alunos fizeram medidas de distância entre equipotenciais e as organizaram em uma tabela. Aplicamos algumas equações estudadas em sala de aula para efetuar o cálculo de trabalho e quantidade de energia potencial quando uma carga teste se desloca no interior do campo elétrico. A atividade 6 foi inserida como opcional para elucidarmos alguns conceitos do campo elétrico uniforme (o simulador para tratar essa questão é dispensável).

Atividade 1

Objetivo: Tornar notável aos estudantes o aspecto e a orientação das linhas de campo de uma carga puntiforme e de um dipolo elétrico. Conforme ilustração, temos um campo

divergente para carga positiva, convergente para carga negativa e um aspecto de superposição deles no caso do dipolo elétrico. Conforme as telas capturadas a seguir:

Carga positiva

Carga Negativa

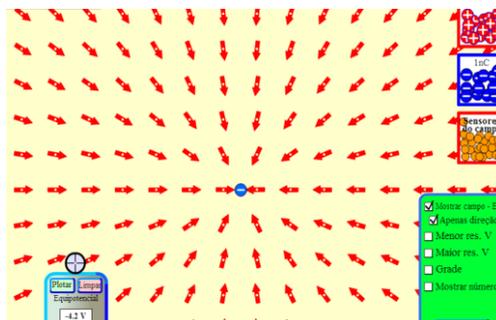
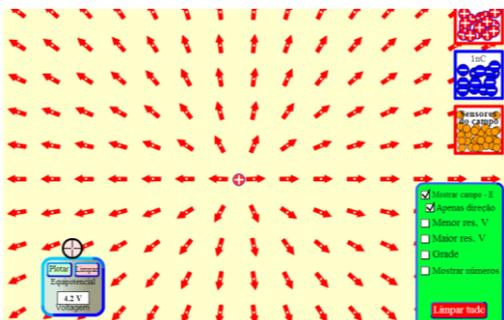


FIGURA 24: Aspecto de campo da carga positiva

FIGURA 25: Aspecto de campo da carga negativa

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields. Pesquisado em 12/03/2014.

Dipolo elétrico

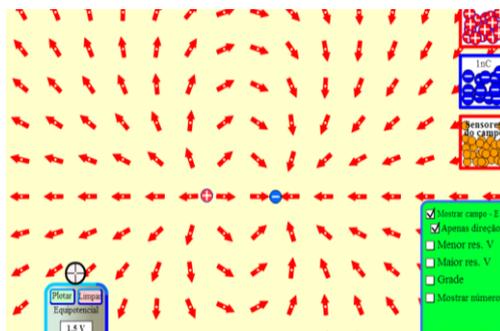


FIGURA 26: Configurações de linhas de Campo Elétrico para um Dipolo Elétrico.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields

Pesquisado em 12/03/2014.

Atividade 2

Objetivo: Observar a diferença de intensidade do campo elétrico próximo da carga fonte e sua intensidade afastada dela visando enfatizar a relação de inverso do quadrado da distância para o módulo do campo elétrico. **Destaque circular em negrito, na figura, feito por nós.**

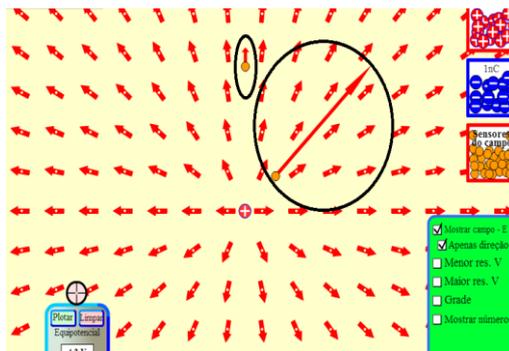


FIGURA 27: Vetores Campo Elétrico próximo e afastado da Carga Fonte.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields

Pesquisado em 12/03/2014.

Atividade 3

Objetivo: Obter a configuração de linhas de campo aproximada de um campo elétrico uniforme. Veja figura abaixo. Podemos, inclusive, destacar o chamado "efeito de borda".

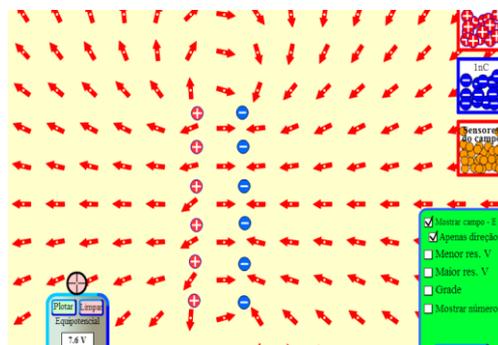


FIGURA 28: Filas paralelas de cargas positivas e negativas

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields .Pesquisado em : 12/03/2014.

Atividade 4

Objetivo: Efetuar o cálculo da constante eletrostática do ambiente através da medida do potencial e da distância a carga fonte considerando a igual a 1nC. Veja a tela a seguir:

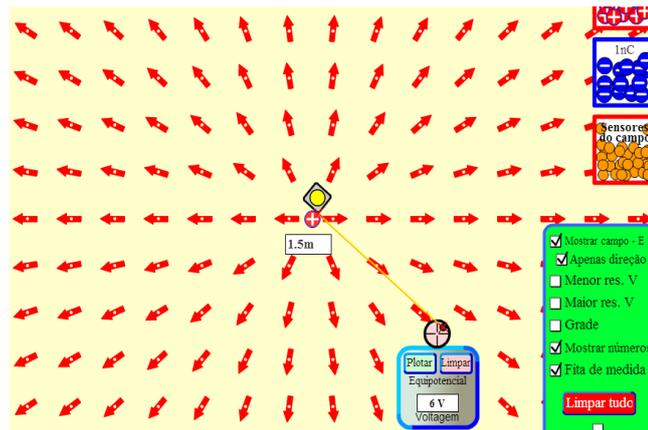


FIGURA 29: Medindo distância e Potencial Elétrico no campo de uma carga positiva.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields

Pesquisado 12/03/2014.

Sendo $Q = 1 \text{ nC}$, $d = 1,5 \text{ m}$ e $V = 6 \text{ V}$ temos:

$K = V \cdot d / Q = 6 \cdot 1,5 / 10^{-9} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$, assim, **podemos considerar o meio sendo o vácuo.**

Atividade 5

Objetivo: Perceber as superfícies equipotenciais e suas propriedades relativas as linhas de campo. Calcular o trabalho da força elétrica necessário para mover a carga e sua energia potencial em cada superfície equipotencial.

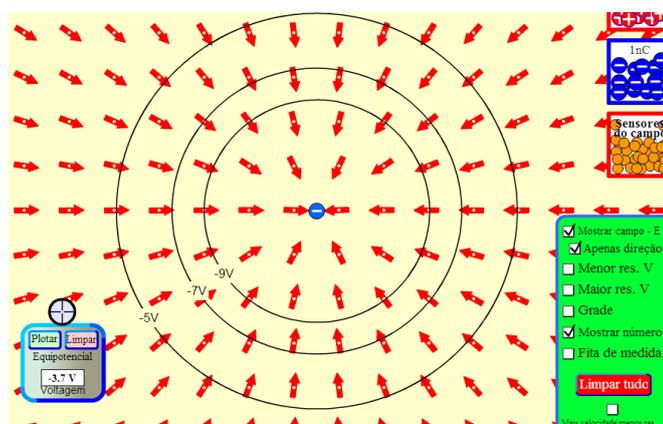


FIGURA 30: Traçando equipotenciais.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/charges-and-fields Pesquisado em 12/03/2014.

Nota-se que as superfícies equipotenciais no campo de uma carga puntiforme não são igualmente espaçadas.

Atividade 6 (opcional)

Objetivo: Nessa atividade, não há a necessidade de utilizar o simulador. Porém, sua resolução por parte dos estudantes será importante para relembrar algumas propriedades do Campo Elétrico Uniforme e das Superfícies Equipotenciais. Convém ao professor, julgar sua aplicação oportuna ou não.

APÊNDICE - H

Roteiro para o simulador "Kit de construção de circuitos DC".

TESTANDO A CONDUTIVIDADE DOS

MATERIAIS

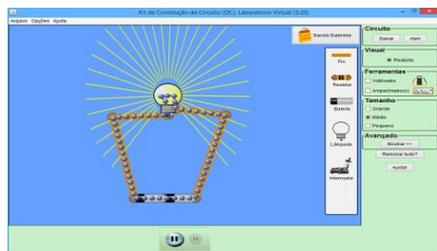


FIGURA 31: Interface do software "Kit de construção de circuitos DC"

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc

Pesquisado 12/03/2014.

Objetivo

Verificar se diferentes materiais são condutores ou isolantes elétricos.

Materiais

1 pilha (ou bateria), 1 lâmpada, fios condutores.

Montagem e Procedimento

Construa o "circuito teste" a seguir:

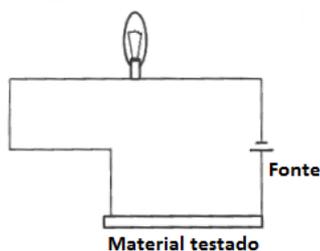


FIGURA 32: "Circuito teste".

Fonte: Perruzzo, 2013, p.37. Pesquisado em 12/03/2014.

Sabendo que se o material testado for isolante a lâmpada não acende, mas se o material for condutor ela acende. Realize a atividade a seguir:

Atividade1: Utilizando o simulador "Kit de construção de circuitos DC", realize o teste dos seguintes materiais: 1 cédula de papel, 1 clipe, 1 pedaço de borracha, 1 pedaço de grafite, a mão de uma pessoa, uma moeda metálica -tais materiais encontram-se no item "Sacola Cheia" na interface do programa e, a seguir, preencha o quadro:

QUADRO 5- Materiais e suas características.

Material	Isolante/condutor
Papel	
Clipe	
Borracha	
Grafite	
Moeda	
Mão humana	

Atividade2: Houve algum resultado inesperado? Se afirmativo, qual (is) e por quê?

Atividade 3: Caso fossem testados uma tampa plástica de caneta, um pedaço de porcelana, um pedaço de vidro e o ar atmosférico. O que aconteceria com a lâmpada? Por quê?

Atividade 4: Pesquise no site de busca Google o que são materiais semicondutores e supercondutores e dê exemplos desses materiais.

APÊNDICE - I

Guia de aplicação para o Roteiro do simulador "Kit de construção de circuitos DC".

Orientações ao professor: O objetivo principal dessa simulação é mostrar aos estudantes o caráter condutor ou isolante de alguns materiais. Contudo, a classificação de um material em uma classe ou outra depende do fator diferença de potencial. Assim, para pequenas voltagens, um material bom condutor pode oferecer resistência de tal maneira a ser considerado um dielétrico. Nessa atividade, propomos o auxílio do professor aos alunos na montagem do "circuito teste" e esclarecimentos acerca da essência da condução elétrica: haver portadores de carga livre na estrutura reticular do material. Devido ao enfoque que cada docente pretende dar, foram propostas apenas quatro atividades, uma vez que o simulador em questão apresenta-se com mais possibilidades em eletrodinâmica que em eletrostática. Ficará a cargo do professor a escolha da abordagem que dê privilégio a eletrostática ou a eletrodinâmica ou a ambas.

Recomendamos que essas atividades sejam feitas em dupla e que seja dedicada a elas 1 aula de 50 min

(Os estudantes foram autorizados a consultar o caderno e conversar ou trocar ideias sobre as questões durante a atividade)

Estratégia de utilização do software: Nas atividades que seguem, nos preocupamos em testar os materiais em um circuito elétrico e com base no acendimento de uma lâmpada (pela movimentação de cargas através do material em análise) classificá-lo como condutor ou dielétrico.

Atividade 1

Classificar os materiais a seguir em condutores e isolantes:

QUADRO 6 - Gabarito da Atividade 1

Material	Isolante/condutor
Papel	ISOLANTE
Clipe metálico	CONDUTOR
Borracha	ISOLANTE
Grafite	CONDUTOR
Moeda	CONDUTOR
Mão humana	ISOLANTE

Cada material acima pode ser classificado em condutor ou isolante conforme acendimento ou não da lâmpada do "circuito teste". Na figura a seguir, vemos o teste do "clipe metálico" e, conforme esperado, o acendimento da lâmpada mostrando sua classificação como material condutor.

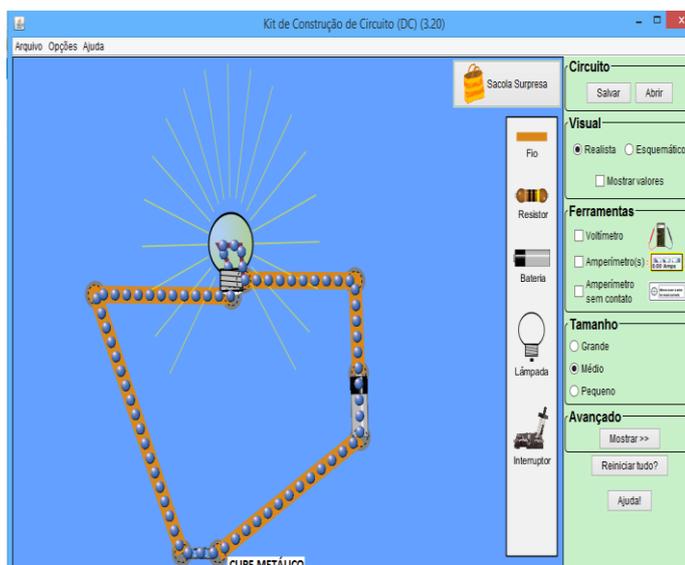


FIGURA 33: Testando o clipe metálico.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc. Pesquisado 12/03/2014.

Prosseguimos efetuando os testes com os demais materiais.

Atividade 2

Nessa atividade, indagamos os discentes se ocorreu ou não algum resultado inesperado.

Duas discrepâncias podem ser constatadas: o grafite e a mão humana. No caso do grafite, podemos notar que a lâmpada não acende. Porém podemos inserir mais baterias (três baterias) a ponto de notarmos a movimentação dos elétrons pelo circuito e o classificarmos como condutor. No caso da mão humana podemos notar que seu impedimento ao fluxo de cargas faz com que ela seja condutora a faixas maiores de voltagem (não há possibilidade de constatar tal fato pelo simulador) e isolante a pequenas voltagens. Sugerimos que os estudantes façam a busca em sites de pesquisa para ensejar às discussões. Uma analogia com o pássaro que pousa nos fios de alta tensão pode gerar ótimos comentários.

Atividade 3

Nessa atividade, sugerimos que os estudantes pesquisem na internet, em um livro didático ou no caderno acerca da condutividade do vidro, da porcelana e do ar atmosférico. Algumas discussões podem ser incentivadas: condutividade de gases e condutividade em outros estados como em meio sólido e líquido.

Atividade 4 (Opcional)

Nessa atividade, sugerimos a pesquisa, num site de busca - Google-, do conceito de materiais semicondutores e supercondutores a fim de ampliar a noção da classificação dos materiais. É interessante enfatizarmos as inúmeras aplicações práticas desses materiais, quais sejam: na eletrônica e nos trens de alta velocidade (Maglev).

APÊNDICE - J

Roteiro para prática com o simulador "Experimento de Milikan".

O objetivo da experiência de Milikan é a determinação da carga do elétron. Isto não é muito fácil, porque, mesmo antes de Milikan ter realizado seu famoso experimento e que desejamos reproduzir, já se sabia que essa carga deveria ser muito pequena. Assim, o artifício experimental proposto foi o de determinar a carga elétrica existente em apenas uma microgota que se deslocava sob a ação dos campos elétrico e gravitacional. O aparato utilizado por Milikan e sua simplificação estão ilustrados a seguir:

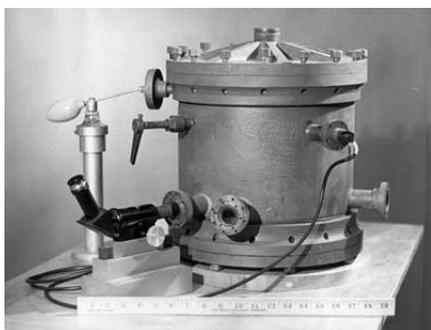


FIGURA 34: Armadura metálica do arranjo de Milikan.

Fonte: Robert A. Millikan; "On the Elementary Electrical Charge and the Avogadro Constant", *Physical Review*, Second Series, vol. II, nº 2, pp. 109-143, (1913) *apud*: Algatti, 2007.

Pesquisado 12/03/2014.

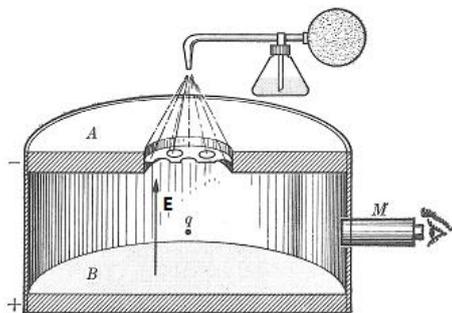


FIGURA 35: Esquema simplificado do aparato de Milikan.

Fonte: Alonso & Finn vol.2, 1972, p.12.

Pesquisado 12/03/2014.

O equipamento consiste de dois eletrodos paralelos (um negativo e outro positivo) com um pequeno orifício na placa superior. Acoplado a esse sistema, temos uma câmara na qual é borrifada uma pequena quantidade de óleo sob a forma de minúsculas gotas. As gotas iniciam sua queda cabendo ao experimentador determinar seu tempo de descida sob ação exclusiva da gravidade durante certa distância (campo elétrico desligado). A seguir, ligando-se a bateria e ativando os eletrodos, uma força de origem elétrica faz com que a gota suba, então, podemos cronometrar seu tempo de subida e anotar diversas vezes tal dado e a distância em que isto foi feito. Repetindo muitas vezes a medida, encontramos valores diferentes para a carga das gotas. Ora, estes valores deveriam corresponder a diferentes números de elétrons contidos nas microgotas e que forçosamente deveriam ser múltiplos da carga de um único elétron. Finalmente, calculando-se o máximo divisor comum das cargas totais apresentadas pelas gotas encontra-se o valor da carga do elétron.

Atividade: Com ajuda do professor, escolha um companheiro(a) para que, em dupla, realizarem a série de medidas capazes de determinar o valor da carga elementar utilizando o programa computacional "Campo Elétrico e Gravitacional/ Experimento de Milikan".

Dica: Para o cálculo do m.d.c entre três valores, utilize a página na internet "matemática didática": www.matematicadidatica.com.br.

Roteiro da simulação:



FIGURA 36: Interface do software Experimento de Milikan.

Fonte: http://177.71.183.29/acessa_fisica/subsites/353/bin-release/AcessaFisica.html

Pesquisado 12/03/2014.

1º Passo:

Primeiramente, nessa simulação, temos o objetivo de cronometrar o tempo de queda de uma gota eletrizada inserida no aparato de Milikan sem a ação da força elétrica. Para isso, devemos escolher intervalos de distância iguais ou superiores a 2 mm, ou seja (2,0 mm, 2,5 mm, 3,0 mm, 3,5 mm ou 4,0 mm). A partir desse feito, iremos inserir os valores de tempo e de distância medidos nas lacunas superiores em "Campo elétrico: Desligado". Ao cumprirmos tal objetivo, o programa irá calcular a velocidade da gota.

Atividade 1: Realize a medida de tempo com o "Campo elétrico desligado" e insira seus dados nas linhas abaixo:

TABELA 11 - Medições com Campo Elétrico "Desligado"

Distância (mm)	Tempo (s)	Velocidade (mm/s)

2º Passo:

Cumprida a primeira missão, devemos observar, agora, como se movimentava a gota de óleo eletrizada numa região com existência de força elétrica. Assim, faremos a gota descer e quando ela estiver no ponto mínimo da escala (0 mm) ligamos o campo elétrico e cronometramos o tempo de subida para percorrer a distância escolhida igual ou maior a 2 mm. Devemos efetuar esse procedimento 9 vezes. Após finalizarmos, clicamos na tecla "ordenar" do programa. Fazemos a escola de três valores (arredondando na primeira casa decimal para que tenhamos apenas três casas decimais) para o cálculo do m.d.c. Como o mdc é definido apenas para valores inteiros, multipliquemos por 10 após o arredondamento e, no resultado final, efetuamos m.d.c/10 como o valor de carga elementar encontrado.

TABELA 12 - Medições com o Campo Elétrico "Ligado".

Distância	Tempo	Veloc	Carga $10^{-19}C$

Atividade 3: Quais foram seus números de carga para o m.d.c? Quanto resultou o m.d.c?

Atividade 4: Qual foi o valor da carga elementar encontrada? Em caso de discordância do valor exato, como você explica essa diferença?

APÊNDICE - K

Guia de aplicação para o Roteiro "Experimento de Milikan".

**Recomendamos que essas atividades sejam feitas em dupla e que seja dedicada a elas 2
ou 3 aulas de 50 min**

**(Os estudantes foram autorizados a consultar o caderno e conversar ou trocar ideias
sobre as questões durante a atividade)**

Estratégia de utilização do software:

Nesse simulador, os alunos farão medições de tempo e o programa dará a velocidade de queda e de ascensão da microgota eletrizada deslocando-se no aparato de Milikan. A partir de então, os estudantes farão a tabulação desses dados no software e a partir de um mdc (máximo divisor comum) chegarão ao valor estimado da carga elementar.

Orientações ao professor: Nessa atividade de simulação, o professor pode dar alguns esclarecimentos prévios acerca do movimento de um corpo num meio viscoso. Uma atividade interessante é orientar a pesquisa de alguns tópicos relativos aos tema na internet. Um exemplo de pesquisa realizada foi a seguinte:

Acesse o site de busca (Google) e procure as seguintes informações:

- a) Gráfico da velocidade de queda livre de um corpo sem resistência do ar;
- b) Gráfico da velocidade de queda livre de um corpo com resistência do ar;
- c) Expressão da força de viscosidade do ar;

d) O experimento de Milikan; Caso o professor não deseje direcionar os alunos a esta pesquisa, ele pode, com auxílio do próprio programa analisar o movimento de uma partícula num meio viscoso. Basta, para tanto, selecionar o simulador "Atividade 1 / velocidade limite" (no menu iniciar atividade). Após essa seleção, escolha o valor da constante de viscosidade K (sugiro $k = 5$) clique em iniciar e logo em seguida o campo "marcar". O gráfico obtido será o seguinte:

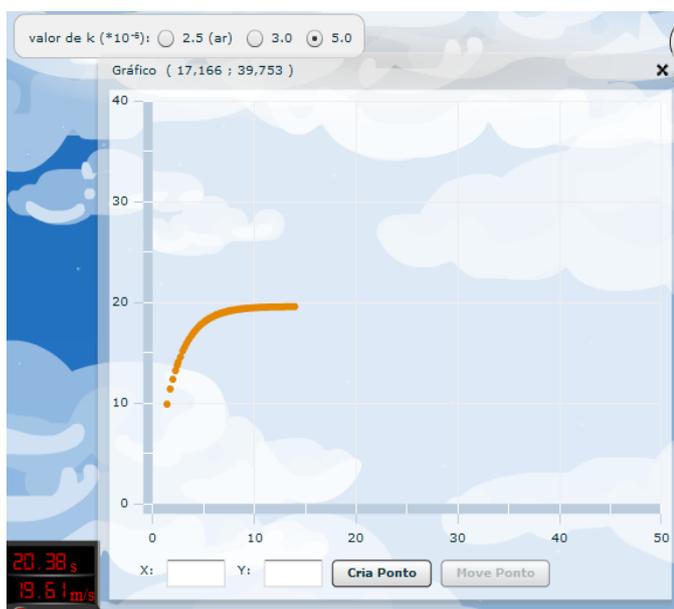


GRÁFICO 45 - Queda de uma gota num meio viscoso.

Fonte: http://177.71.183.29/acessa_fisica/index.php/acessafisica/Midias/Software. Pesquisado em 15/08/2014.

Observa-se que o movimento torna-se retilíneo e uniforme após um breve intervalo de tempo.

A seguir, cabe ao professor, evidenciar o problema fundamental para a determinação da carga do elétron a partir do aparato de Milikan, qual seja: supondo a queda livre de uma migrogota eletrizada, em um meio viscoso (ar), e seu movimento de ascensão pelo campo elétrico nesse ambiente, calcular a carga da gota levando em conta a ação da força gravitacional, força elétrica e força de viscosidade do meio sobre a gota. Podemos fazer uma

breve análise de forças agindo no movimento de descida e de subida da gota e retirar informações importantes do estudo dessa dinâmica:

Movimento de descida

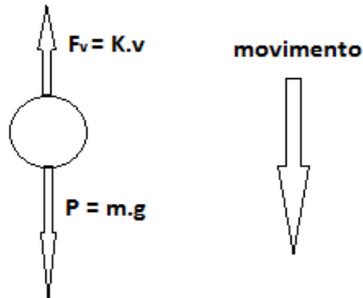


FIGURA 37: Análise do movimento de queda livre de uma microgota com resistência do ar.

Quando a gota atinge sua velocidade limite temos um movimento retilíneo uniforme com força resultante nula $F_r = 0$, temos: $F_v = P$ (onde “ F_v ” denota a força de viscosidade e “ P ” o peso da gota), nesse momento, $K.v = m.g$. Cumpre-nos ressaltar que nesse primeiro momento o campo elétrico encontra-se desligado.

Movimento de subida

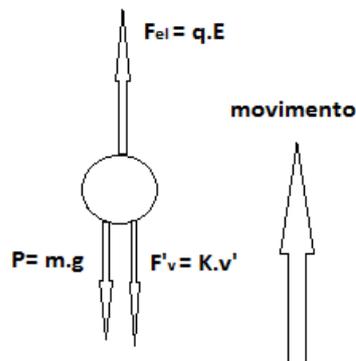


FIGURA 38: Análise do movimento de subida de uma microgota levando em consideração a resistência do ar e ação da força elétrica.

Quando em movimento retilíneo e uniforme de subida, $F_r = 0$ temos: $q.E = m.g + K.v'$, mas $m.g = K.v$, onde v é a velocidade terminal de descida, assim :

$$q.E = K.v + K.v' , \text{ Logo: } \mathbf{q = K. (v + v') / E.}$$

Por isso a necessidade de inserir tempos e distâncias no programa, ou seja, estimando as velocidades o software tem condições de nos fornecer a carga da gota já que o campo elétrico é um parâmetro intrínseco.

Uma maneira de os estudantes terem contato prévio com este cálculo é fazê-los pesquisar na internet como foi idealizado o cálculo por Milikan. Sugerimos o site da Wikipédia (pt.wikipedia.org). Reitero que nesse simulador, o professor pode dar a noção de velocidade terminal, utilizando a opção simular velocidade limite (no menu iniciar atividades). A fim de um detalhamento maior no manuseio do software, recomendamos a leitura do "Guia do usuário" contido na interface do programa (na tela inicial).

A título de orientação, segue uma tabela com os dados coletados:

Experimento de Millikan
Objetivos: Verificar o efeito do campo elétrico e calcular a carga do elétron.

Parar

Tabela de Registro

Campo Elétrico: Desligado

espaço (mm)	tempo (s)	veloc (mm/s)
2,5	22,83	0,11

Campo Elétrico: Ligado

espaço (mm)	tempo (s)	veloc (mm/s)	carga (C*10 ⁻¹⁸)
2,5	19	0,13	8,086
2,5	19,58	0,13	7,953
2,5	13,66	0,18	9,8409
2,5	30,66	0,08	6,3787
2,5	19,25	0,13	8,0277
2,5	14,16	0,18	9,6204
2,5	20,16	0,12	7,8277
2,5	31	0,08	6,3482
2,5	30,57	0,08	6,3869

Ordenar

00:09:17

Menu Desafio Relatório

FIGURA 39: Coleta de dados no software Experimento de Millikan

Fonte: http://177.71.183.29/acessa_fisica/subsites/353/bin-release/AcessaFisica.html. Pesquisado 15/03/2014.

TABELA 13: Janela de dados coletados organizados a partir da "tecla Ordenar" .

Espaço (mm)	Tempo (s)	Velocidade (mm/s)	Carga (C*10 ⁻¹⁹) ▲
2.5	31	0.08	6.3482
2.5	30.66	0.08	6.3787
2.5	30.57	0.08	6.3869
2.5	20.16	0.12	7.8277
2.5	19.58	0.13	7.953
2.5	19.25	0.13	8.0277
2.5	19	0.13	8.086
2.5	14.16	0.18	9.6204
2.5	13.66	0.18	9.8409

Fonte:http://177.71.183.29/acessa_fisica/subsites/353/bin-release/AcessaFisica.html

Pesquisado 15/03/2014.

Escolhendo os valores de carga que estão associados à mesma velocidade e fazendo a média aritmética entre eles, temos a média 6,36 para a velocidade 0,08 mm/s. Já para a velocidade de 0,13 mm/s obtemos a média de 8,01. Agora, para a velocidade de 0,18 mm/s, a média fica 9,73. Multiplicando esses números por 10 a fim de fazermos o m.d.c entre números inteiros ficamos com 63,6 / 80,1/ 97,3. Então o m.d.c seria entre 64, 80 e 97. O ideal seria termos 96 como uma das medidas, pois teríamos 16 como m.d.c. Assim, conseguiríamos a carga elementar de $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, o valor esperado. Basta orientarmos os estudantes a efetuar o m.d.c entre dois desses valores, por exemplo, 64 e 80 e então chegarmos ao número procurado. Cabe ao professor indicar os valores mais adequados a fim de obtermos o valor desejado uma vez que nessa atividade a maior relevância deve ser dada ao entendimento da prática de medida que pode conter distorções de caráter humano e da própria limitação do software.

APÊNDICE - L

Texto debatido em sala de aula: Eletrização por atrito no dia a dia

Eletrização por atrito no dia a dia

Quando você se penteia, se os cabelos e o pente estão bem secos, os fios de cabelo eletrizam-se com cargas de mesmo sinal e repelem-se uns aos outros. Você fica com o “cabelo em pé”. Ao tirarmos uma roupa de nylon ou de lã, o atrito com o corpo provoca a eletrização do tecido, e, se estivermos no escuro, ocorrerão pequenos estalos. Isso se deve às pequenas faíscas que surgem entre o corpo e a roupa, provocadas pelo escoamento de cargas elétricas. Caminhando sobre um tapete de lã, você pode ficar “eletrizado” devido ao atrito de seus sapatos com o tapete. Assim, ao tocar na maçaneta da porta, por exemplo, uma pequena faísca talvez salte de sua mão, e você sentirá um leve choque. Quando limpamos uma roupa usando um pano umedecido com álcool, o atrito eletriza a roupa, saltando faíscas que podem provocar o incêndio dos vapores do combustível. Tudo isso ocorre em dias secos, pois a umidade existente no ar torna mais difícil a eletrização.

Os veículos também se eletrizam quando se movimentam, devido ao atrito com o ar atmosférico. Aviões possuem pequenos fios prolongando-se das asas, através dos quais as cargas elétricas escoam para o ambiente. Caminhões que transportam combustíveis são ligados à Terra quando estão reabastecendo os postos. Em clima seco, certos veículos conservam mais eletricidade adquirida por atrito, e o passageiro, ao descer leva um pequeno choque, pois faz a ligação do automóvel com a Terra. Em muitos carros, os assentos são feitos de tecido entremeadado com fios metálicos. Pelo atrito com os bancos, ocorre a eletrização do passageiro. O segredo para evitar o choque nessa circunstância é segurar na parte metálica da porta antes de pôr o pé no chão, ao sair do carro: isso provocará o escoamento das cargas para o solo.

Observações: Em termos de manifestações elétricas, a Terra é considerada um enorme elemento neutro, pois tem a propriedade de neutralizar, cedendo ou recebendo elétrons, todos os corpos que entram em contato com ela. Assim, ao ligarmos um condutor à Terra, dizemos que ele se descarrega, isto é, fica neutro. É o que ocorre com o fio Terra. Ele nada mais é que um fio de cobre ligado a uma ou mais hastes metálicas, enterradas no chão, evitando o acúmulo de cargas elétricas em aparelhos como o chuveiro elétrico.

Texto retirado de:
profcassiofernando.blogspot.com.br

Pesquisado em 12/03/ 2014

Discutindo o texto:

- a) Em muitas passagens do texto, o autor mencionou as expressões “cabelos e pentes bem secos” e “Em clima seco”. Você acredita que a umidade do ar pode afetar a eletrização dos corpos? Por quê?
- b) Após a leitura do texto podemos inferir que o choque elétrico ocorre quando há movimentações de carga através do nosso corpo? Em caso afirmativo, cite a passagem que comprova tal fato.
- c) Quando estamos viajando por uma rodovia, às vezes, percebemos caminhões de combustível arrastando uma corrente no para-choque. Por que isso acontece?
- d) Qual é a importância de termos o aterramento em alguns aparelhos elétricos residenciais?

APÊNDICE - M

Comentários sobre o texto: Eletrização por atrito no dia a dia

Objetivo: Fazer comentários acerca dos fatores que influenciam o processo de eletrização por atrito (umidade do ar, tipo de material, entre outros) além de evidenciar aos estudantes a proximidade do tema com alguns fatos do cotidiano, num claro enfoque à fenomenologia.

Gabarito das atividades propostas:

a) Observe o último período do primeiro parágrafo: "Tudo isso ocorre em dias secos, pois a umidade existente no ar torna mais difícil a eletrização" (grifo nosso).

Aqui, cabe ao professor fazer as ponderações de conhecimento experimental sobre a eletrização por atrito. Podemos afirmar que a eletrização por atrito é bastante influenciada pela umidade do ar, pelo tipo de material que compõem os corpos e pela geometria dos corpos (formato). Na eletrização por contato, por exemplo, além dos fatores citados, o tamanho dos corpos é determinante para dizer que corpos maiores terão mais carga no fim do processo (em virtude de sua capacitância eletrostática ser maior). Nos condutores esféricos, a capacitância pode ser obtida pela razão entre o raio do condutor R e a constante eletrostática do meio K ($C = R/K$). Por isso que as dimensões de todo corpo em contato com nosso planeta Terra, cujo raio R é infinitamente maior que qualquer corpo comum troca cargas com ela e se descarrega.

b) No segundo parágrafo, a passagem: "Em clima seco, certos veículos conservam mais eletricidade adquirida por atrito, e o passageiro, ao descer leva um pequeno choque, pois faz a ligação do automóvel com a Terra". Comprovando que o choque elétrico é proveniente da movimentação de cargas pelo corpo da pessoa.

c) Devido o atrito com o ar, que contém partículas de poeira, os veículos de maneira geral (os caminhões igualmente) eletrizam-se por atrito. No entanto, as partes pontiagudas da lataria geram regiões de grande repulsão de cargas e, uma vez que ocorra a quebra do caráter isolante do ar (rigidez dielétrica) devido a excessiva tensão nessas regiões, o centelhamento tornaria o caminhão de combustível uma "bomba" em potencial. As correntes servem para escoar as cargas suavemente no solo, a fim de evitar o acúmulo excessivo de cargas e seu centelhamento.

d) Os fios de aterramento nos aparelhos elétricos residenciais têm por objetivo escoar as cargas residuais que podem ficar na superfície externa do aparelho por meio de funcionamento anormal ou mera conexão errônea do aparelho com a rede elétrica.

Observação: Aqui, o texto dá enfoque à eletrização por atrito. Contudo, muitos fatos interessantes acerca dos outros processos de eletrização podem ser mencionados pelo professor. Destaco, ao menos, o seguinte: Temos que a eletrização por atrito é mais eficiente entre materiais isolantes, já a eletrização por contato funciona melhor entre materiais condutores, o mesmo acontecendo com a eletrização por indução. Sugiro uma rápida pesquisa na web a fim de delimitar tais considerações.

APÊNDICE - N

Situações experimentais discutidas em sala de aula.

Atividade experimental 1

Esfregue em sua roupa o corpo de uma caneta de plástico. Em seguida, aproxime-o de pequenos pedaços de papel. Observe que os pedacinhos de papel são atraídos, encostam no plástico e caem. Responda:

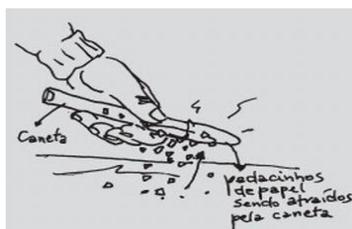


FIGURA 40: Caneta após atrito com a roupa.

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=22083>

Pesquisado 16/04/2014.

- Por que o plástico da caneta atrai os pedaços de papel?
- Qual é o mecanismo dessa atração?
- Por que os pedaços de papel caem após o contato com o plástico?

Atividade experimental 2

Com um canudo de refresco "sanfonado", construa um pêndulo elétrico, como mostra a figura 1: amarre na extremidade de uma linha uma pequena bolinha de isopor envolta em papel-alumínio e suspenda no canudo.

Aproxime do pêndulo o plástico da caneta (ou pente) previamente atritado na roupa. Você vai verificar que a bolinha do pêndulo é atraída, encosta no plástico e, a seguir, é repelida, como mostra a figura 2.

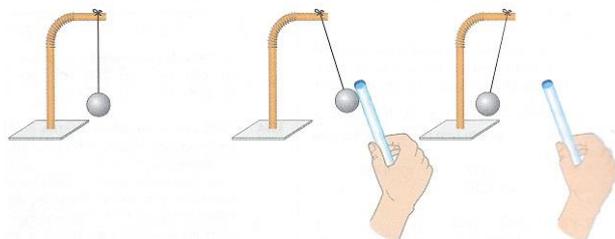


FIGURA 41: interações entre canudo e pêndulo elétrico.

Fonte: GASPAR, 2001, p. 58.

Pesquisado 16/04/2014.

- Explique o que aconteceu em termos de fenômenos elétricos para justificar tal ocorrência.
- De que maneira você deveria proceder para saber o sinal da carga do plástico eletrizado?

Atividade experimental 3

Grudando balões na parede

Encha o balão de ar e dê um nó em sua extremidade para que o ar não escape. Esfregue o balão no cabelo, que deve estar seco, e encoste o balão na parede ou no teto. O que ocorre?



FIGURA 42: Atritando o balão no cabelo e colando-o na parede.

Fonte: Valadares, 2000, p.112.

Pesquisado 16/04/2014.

- Explique o porquê o balão gruda na parede.
- O que acontece com as cargas elétricas na parede que possibilitam este acontecimento?

c) Caso este balão fosse colocado próximo a uma lata de refrigerante metálica, eletricamente neutra, deitada sobre uma mesa sem atrito, conforme a figura a seguir:

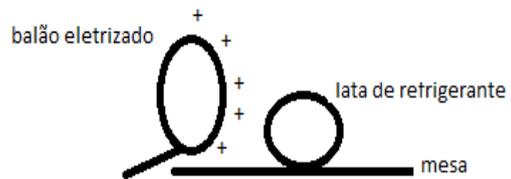


FIGURA 43: Aproximação de balão eletrizado a uma lata numa superfície lisa.

d) O que você acha que ocorrerá? Desenhe a distribuição de cargas na superfície da lata e as forças elétricas nos extremos da lata.

APÊNDICE - O

Comentários sobre o texto: Atividades experimentais discutidas em sala de aula

Objetivo: Mostrar aos estudantes um conjunto de experiências simples sobre os processos de eletrização e relembrar alguns conceitos iniciais da eletrostática (corpo neutro, atração e repulsão, pêndulo eletrostático entre outros).

Gabarito/comentários da Atividade 1

- a) O plástico da caneta atrai os pedaços de papel porque a caneta ao ser atritada com a roupa eletriza-se por atrito. Assim, ao aproximá-la dos pedaços de papel, ocorre o que chamamos de polarização do dielétrico (o análogo da indução eletrostática com os condutores).
- b) Polarização do dielétrico.
- c) Após o contato com a caneta o papel eletriza-se com carga de mesmo sinal. Assim, eles se repelem e o papel não gruda mais nela.

Gabarito/comentários da Atividade 2

- a) No atrito com a roupa, o pente ou a caneta de plástico adquirem certa quantidade de carga. Quando encostados no pêndulo este se eletriza com carga de mesma natureza, assim ocorre a repulsão.
- b) Deveríamos consultar a série triboelétrica ou carregar o pêndulo inicialmente com carga de sinal conhecido (por exemplo, positivo) e notar que: se houver atração, temos sinais opostos (pente ou caneta negativos) ou se houver repulsão, temos sinais iguais (pente ou caneta positivos).

Gabarito/ comentários Atividade 3

- a) Após esfregarmos o balão no cabelo temos uma eletrização por atrito de ambos. Então o balão gruda na parede porque ele faz a polarização dielétrica das moléculas contidas nela (a parede).

b) Polarização do dielétrico.

c) Ocorreria indução eletrostática, pois a lata de refrigerante trata-se de um material condutor. Assim, como a região próxima ao balão fica com excesso de cargas negativas e a região oposta com excesso de cargas positivas. Pela Lei de Coulomb, a força de atração "vence" (maior módulo) a de repulsão, pois a distância é menor.

d) Na figura, temos (força de atração) $F_a > F_r$ (força de repulsão). Assim, a lata vai de encontro ao balão (esquerda).

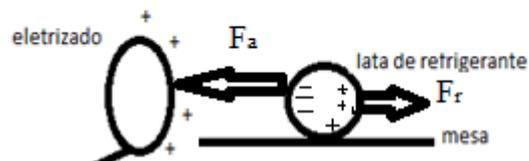


FIGURA 44 - Diagrama de forças

APÊNDICE - P

Texto discutido em sala de aula: A eletricidade na atmosfera.

A eletricidade na atmosfera

Num dia comum, de atmosfera calma, a partir da superfície terrestre, nas proximidades desta e no sentido ascendente, o potencial elétrico aumenta na razão de aproximadamente 100 V por metro (Fig.45). Este fato nos permite concluir que existe um campo elétrico produzido pela Terra de intensidade $E = 100 \text{ V / m}$, orientado para baixo. O vetor campo elétrico voltado para a superfície terrestre significa que nesta se distribuem cargas elétricas negativas.

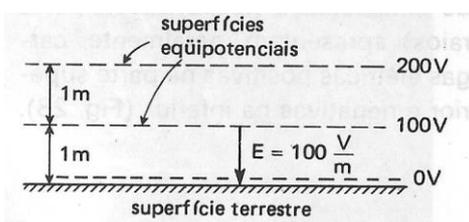


FIGURA 45- Equipotenciais e campo elétrico nas proximidades da Terra.

Fonte: Calçada e Sampaio, 1985, p.261.

A presença de uma pessoa modifica a distribuição das superfícies equipotenciais conforme mostra a Fig.46. O corpo humano é um condutor relativamente bom de tal modo que ele e a superfície terrestre formam uma superfície equipotencial. Assim, se a altura da pessoa for de 1,80 m entre seus cabelos e seus pés, não existirá uma d.d.p de 180 V como se poderia imaginar.

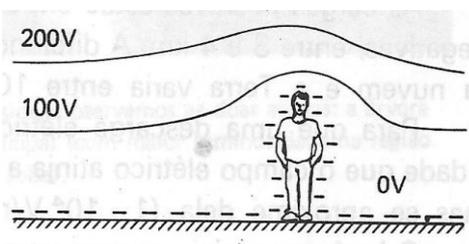


FIGURA 46- Equipotenciais próximas a uma pessoa no solo.

Fonte: Calçada e Sampaio, 1985, p.261.

Devido a existência de radiações de materiais radioativos, radiações ultravioleta e raios cósmicos, a atmosfera apresenta íons positivos e negativos.

O campo elétrico terrestre movimenta estes íons. Os íons positivos deslocam-se no sentido do campo e

atingem a superfície terrestre, na razão de aproximadamente 1800 C por segundo. A carga da Terra, sendo negativa de $- 580 \text{ 000 C}$, com a chegada de 1800 C / s , se neutralizaria em poucos minutos. Mas existe uma outra fonte de cargas negativas que atingem a Terra, mantendo sua carga negativa: são os temporais violentos com seus raios.

Estimativas mostram que caem cerca de 100 raios por segundo no planeta, transportando aproximadamente $- 1800 \text{ C/s}$.

Experiências realizadas com naves e balões mostram que as nuvens de tempestades (responsáveis pelos raios) apresentam, geralmente, cargas elétricas positivas na parte superior e negativas na inferior Fig. 3.

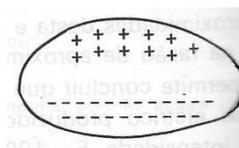


FIGURA 47- Polarização de nuvem

Fonte: Calçada e Sampaio, 1985, p.262.

Formação dos raios:

As cargas positivas estão entre 6 e 7 Km de altura, enquanto que as negativas, entre 3 e 4 km. A diferença de potencial entre a parte negativa da nuvem e a Terra varia entre 10 000 kV e 1 000 000 kV.

Para que uma descarga elétrica (raio) tenha início não há necessidade que o campo elétrico atinja a rigidez dielétrica do ar ($3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$), mas se aproxime dela ($1 \cdot 10^4 \text{ V/m}$ são suficientes).

O fenômeno inicia-se com uma primeira etapa: uma descarga-piloto, de pouca luminosidade, na forma de árvore invertida, da nuvem para a Terra (Fig.48).Ela vai ionizando o ar

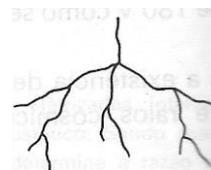


FIGURA 48- Descarga-piloto.

Fonte: Calçada e Sampaio, 1985, p.262.

Uma vez que a descarga-piloto atinja o solo, tem início uma segunda etapa: a descarga principal. Ela é de grande luminosidade, dirigida da Terra para a nuvem, tem velocidade da ordem de 30 000 Km/s e a ela está associada uma corrente elétrica de intensidade variando entre 10 000 A a 200 000 A. A descarga principal segue, aproximadamente o caminho da descarga-piloto que ionizou o ar. Normalmente, quando se menciona um raio, referimo-nos à descarga principal. Ela provoca aquecimento (chegando às vezes ter consequência explosiva ou incendiária) e efeitos dinâmicos devido à rápida expansão da massa de ar.

O efeito luminoso do raio é denominado relâmpago e o efeito sonoro, que resulta do forte aquecimento do ar originando sua rápida expansão, é denominado trovão. Há raios não só entre uma nuvem e a Terra, mas entre as partes de uma mesma nuvem.

Texto retirado de: Física Clássica, Caio Sergio calçada e José Luiz Sampaio, Editora Atual 1985 pág 261-263.

Pesquisado 16/04/2014.

Discutindo o Texto:

- a) No texto, o autor menciona o valor da carga da Terra como $- 580\ 000\ C$, considerando o raio do planeta como $R = 6400\ km$. Calcule em, N/C , o valor do campo elétrico na superfície do planeta. Dado: $K_{ar} = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2 / C^2$. Podemos afirmar que esse valor é muito distante de $100\ V/m$? Por quê?
- b) Na passagem do texto: “Assim, se a altura da pessoa for de 1,80 m entre seus cabelos e seus pés, não existirá uma d.d.p de 180 V como se poderia imaginar”. Por que isso não ocorre?
- c) Qual é o trabalho realizado pela força elétrica para levar um cátion de carga 1,5 C a 2 m acima do chão, caso ele se desprenda?
- d) Quando o campo elétrico atinge a ordem de $10^4\ V/m$ podemos dizer que ele ainda comporta-se como isolante? Justifique?

- e) Baseando-se no exposto pelo texto o ditado popular: “Os raios não caem duas vezes no mesmo local” apresenta-se como algo fisicamente válido? Justifique?
- f) De acordo com o texto, o campo elétrico da Terra faz com que os íons positivos atinjam sua superfície na taxa de 1800 C/s, ao passo que o total de descargas negativas equivale a este mesmo número. Qual é o princípio físico envolvido nessa afirmação a fim de que a carga do planeta permaneça invariável?

APÊNDICE - Q

Comentários sobre o texto: A eletricidade na atmosfera.

Objetivo: Evidenciar aos estudantes que a Terra comporta-se como um imenso condutor de eletricidade e que os conceitos de campo elétrico, potencial elétrico, linhas de campo e superfícies equipotenciais são instrumentos presentes na descrição de fenômenos atmosféricos. Aqui, convidamos os estudantes a fazer uso de algumas equações da eletrostática a fim de consolidar a aplicação prática da teoria.

Gabarito/comentários atividades propostas:

a) Utilizando a equação do cálculo do campo elétrico, supondo a Terra perfeitamente esférica (o enunciado não disse isso!), temos:

$E = K \cdot Q / R^2$, logo: $E = 9 \cdot 10^9 \cdot 58 \cdot 10^4 / (64 \cdot 10^5)^2 = 0,1274 \cdot 10^3 = 127,4 \text{ N/C}$. Observe que 100 V/ m seria uma estimativa grosseira. Para um melhor tratamento poderíamos supor o campo próximo a superfície 120 V/m. Mas, lembrando que consideramos a Terra perfeitamente esférica, isso "distorceu" nosso cálculo. Assim, 100 V/m é uma boa aproximação.

b) Estando em contato com a superfície terrestre a pessoa pode ser considerada parte da superfície, ou seja, num mesma equipotencial da Terra .Assim não haveria ddp entre seus pés e sua cabeça porque a pessoa tem o mesmo potencial em todos os pontos de seu corpo.

c) A dois metros do chão teríamos uma ddp de 200 V (veja figura 45). Logo: $T = q \cdot U$, assim $T = 1,5 \cdot 200 = 300 \text{ J}$.

d) Na passagem do texto "Para que uma descarga elétrica (raio) tenha início não há necessidade que o campo elétrico atinja a rigidez dielétrica do ar ($3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$), mas se aproxime dela ($1 \cdot 10^4 \text{ V/ m}$ são suficientes)". Observamos que provavelmente a rigidez dielétrica do ar se rompa em torno de 10^4 V/m , tornando-se condutor a partir desse valor, ou melhor, **perdendo seu caráter isolante**.

e) O ditado popular não é válido do ponto de vista físico, pois num para-raios, por exemplo, podemos ter inúmeras descargas num mesmo temporal. Isso vale para qualquer lugar.

f) Pelo princípio de conservação da carga, caso a soma algébrica de cargas de um sistema permaneça constante, esse sistema pode ser considerado eletricamente isolado. No caso da Terra e sua atmosfera, podemos fazer tal aproximação.

APÊNDICE - R

Texto discutido em sala de aula: Aspectos experimentais das linhas de força.

Aspectos experimentais das linhas de força

As fotos mostram que as linhas de força do campo elétrico podem ser “visualizadas” experimentalmente colocando-se grande quantidade de sementes de grama, por exemplo, a flutuar em óleo.

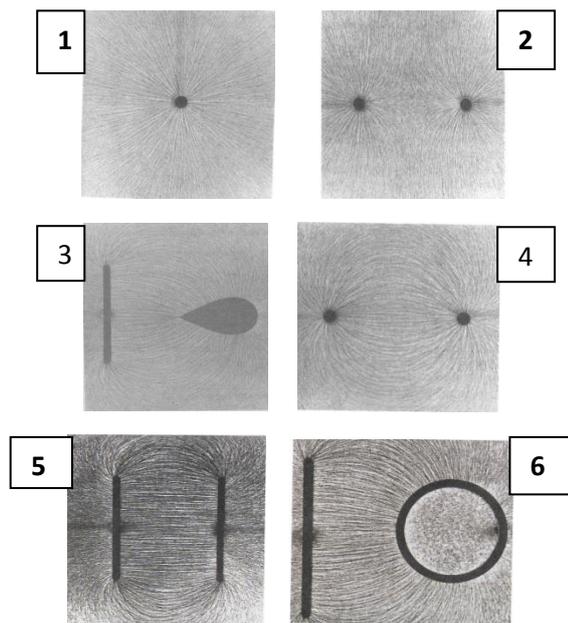


FIGURA 49: Diversas configurações das linhas de campo.

Fonte: Tipler, 2000, pgs: 14,15,78,16,91 e 48

Pesquisado 16/04/2014.

As partículas ou corpos carregados das fotos são na verdade terminais de um fio condutor ligado a um gerador. Com esse experimento, as linhas de força de um campo elétrico poderão ser visualizadas por grande plateia. Sobre a mesa de um retroprojetor, numa bandeja transparente contendo glicerina e salpicos de fubá (ou pó de serra), são introduzidos dois eletrodos conectados a um gerador de alta tensão (na montagem foi utilizado um gerador piezoelétrico-material que produz eletricidade quando pressionado-porém, pode ser substituído por um gerador de Van de Graff ou equivalente eletrônico). As partículas de fubá se orientam na

Discutindo o texto:

direção do campo elétrico. O formato dos eletrodos determinará a configuração do campo.

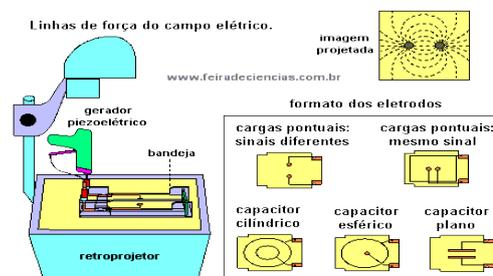


FIGURA 50: Equipamento produtor de linhas de campo.

Fonte: http://www.feiradeciencias.com.br/sala11/11_23.asp

Pesquisado em 16/04/2014.

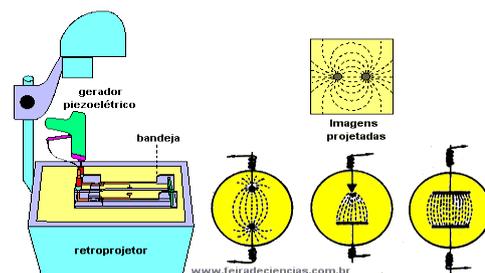


FIGURA51: Algumas linhas de campo sendo produzidas.

Fonte: http://www.feiradeciencias.com.br/sala11/11_23.asp

Pesquisado em 16/04/2014.

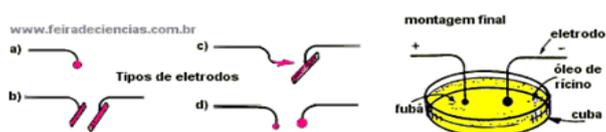


FIGURA 52: Tipos de eletrodos usados na produção de linhas de campo.

Fonte: http://www.feiradeciencias.com.br/sala11/11_23.asp. Pesquisado em 16/03/2014.

a) Observando o aspecto das linhas de campo geradas por uma carga isolada, temos a

possibilidade de afirmar se ela é positiva ou negativa? Sabemos que as linhas de campo "nascem" nas cargas positivas e "morrem" nas cargas negativas, como poderíamos explicar tal fato já que em laboratório não temos tal evidência?

b) Associe as figuras experimentais **1, 2, 3 4 e 5** com os eletrodos **a) , b) , c) , d) .**

c) Desenhe as linhas de força representativas de cada uma das figuras experimentais.

d) No caso do campo elétrico uniforme, observamos que nas extremidades das placas as linhas de campo perdem o paralelismo, quais as consequências deste fato?

e) No campo elétrico obtido na **figura 6** as linhas de campo não conseguem atravessar o anel, qual seria o valor do campo elétrico no interior desta peça? Por que isso ocorre?

APÊNDICE - S

Comentários sobre o texto: Aspectos experimentais das linhas de força

Objetivo: Evidenciar aos estudantes que as linhas de força possuem existência real. Porém, a convenção das linhas "nascendo nas cargas positivas" e "morrendo nas negativas" é algo arbitrado por convenção. Essa atividade mostra ao estudante os aparelhos produtores de padrões de linhas de campo, muitas vezes encontrados apenas em laboratórios das universidades.

Gabarito / comentários das atividades propostas:

a) Não temos a possibilidade de dizer se a carga pontual é positiva ou negativa apenas pelo padrão de linhas de campo observado em laboratório. Na verdade, a escolha de linhas convergentes para carga negativa e linhas divergentes para carga positiva é apenas uma convenção dos teóricos da física.

b) Associando cada eletrodo com o padrão de linha de campo produzida, temos o seguinte:

1-a, 2-d, 3-c, 4-d, 5-b e 6 - não há eletrodo correspondente.

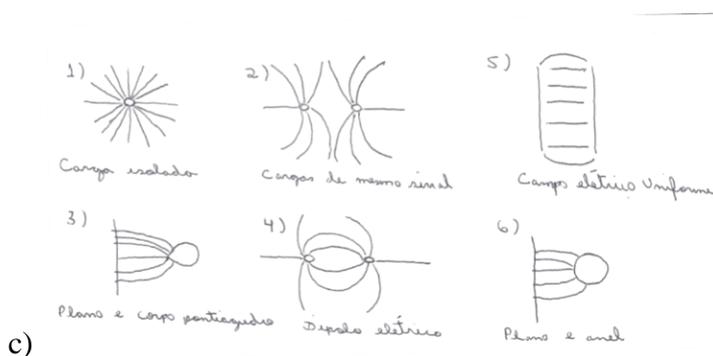


FIGURA 53-Aspecto das linhas de campo

d) A consequência das linhas de campo deixar de serem paralelas no arranjo é que o campo perde sua magnitude constante, além de sua orientação, ou seja, ele deixa de ser um campo elétrico uniforme. Tal fenômeno é conhecido como "efeito de borda".

e) O campo elétrico é nulo no interior do anel. Esse fenômeno é conhecido como "Blindagem Eletrostática". É interessante destacar que, quando um metal está dentro de um campo elétrico externo, esse campo configura as cargas do metal de modo a criar um campo induzido oposto ao campo original, anulando os efeitos elétricos interiores ao metal.

APÊNDICE - T

Texto discutido em sala de aula: Condução de eletricidade num meio eletrolítico.

Condução elétrica num Meio Eletrolítico

Objetivo:

Verificar a condução de eletricidade num meio eletrolítico.

Materiais: 1 fonte de baixa voltagem (Pilha ou bateria), 1 lâmpada, 1 recipiente de vidro ou plástico transparente, fios condutores e o dispositivo teste (ver figura 1).

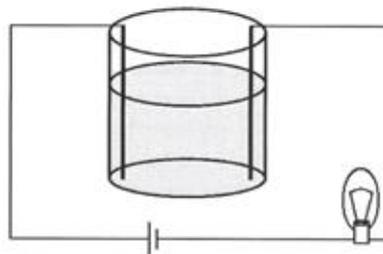


FIGURA 54: Condução eletrolítica

Fonte: Peruzzo, 2013, pág 41.

Pesquisado 16/04/2014.

Materiais testados:

QUADRO 7- Lista de materiais testados

MATERIAIS SÓLIDOS:	MATERIAIS LÍQUIDOS:
1. Pedaco de ferro (prego)	1. Agua destilada
2. Pedaco de madeira	2. Agua de torneira
3. Pedaco de plástico	3. Etanol
4. Cloreto de sódio (NaCl)- sal de cozinha	4. Suco de limão ou laranja.
5. Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)- açúcar	

Montagem e Procedimento

Conecte a lâmpada em série com a fonte e deixe o circuito aberto, de modo que duas pontas do fio condutor (terminais) possam ser introduzidas dentro do recipiente. Introduza os materiais para teste e verifique se a lâmpada liga ou não. Veja o esquema da figura 54 a seguir:

Discussão dos resultados esperados:

QUADRO 8 - Resultado dos testes

MATERIAIS SÓLIDOS:	Lâmpada acende ?	Explicação dos resultados:
Pedaco de ferro (prego)		
Pedaco de madeira		
Pedaco de plástico		
Cloreto de sódio (NaCl)- sal de cozinha		
Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)- açúcar		
-----	---	---
MATERIAIS LÍQUIDOS:	Lâmpada acende ?	Explicação dos resultados:
Água destilada		
Água de torneira		
Etanol		
Suco de limão ou laranja.		
Solução de Cloreto de sódio (NaCl)		
Solução de Sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$)- açúcar		

OBS: Use o verso da página caso o espaço do quadro seja insuficiente.

APÊNDICE- U

Comentários sobre o texto: Condução de eletricidade num meio eletrolítico

Objetivo: Classificar os materiais em condutores e isolantes. Relacionar a condução elétrica aos portadores de carga livre. Este texto também serve como ferramenta introdutória à atividade de discussões experimentais utilizando o simulador "Kit de construção de circuitos DC".

Gabarito / comentários sobre as questões propostas:

Seguem os comentários para preenchimento do quadro 8:

Materiais sólidos.

1 - **Material:** prego de ferro. **Consequência:** lâmpada acende no circuito. **Explicação:** devido ao fato do ferro possuir muitos elétrons livres na sua estrutura (teoria do "mar de elétrons").

2 - **Material:** pedaço de madeira. **Consequência:** lâmpada não acende. **Explicação:** pelo fato de ter poucos elétrons livres a madeira não permite o fluxo de cargas (material dielétrico).

3 - **Material:** pedaço de plástico. **Consequência:** lâmpada não acende. **Explicação:** pelo fato de ter poucos elétrons livres o plástico não permite o fluxo de cargas (material dielétrico).

4 - **Material:** cloreto de sódio. **Consequência:** lâmpada acende (dependendo do caso). **Explicação:** quando em solução ou derretido, o cloreto de sódio libera íons Na^+ e Cl^- promovendo a condução de eletricidade. Caso seja colocado em **estado sólido**, o cloreto de sódio não faria a lâmpada acender porque não teríamos portadores de carga livres.

5 - **Material:** sacarose. **Consequência:** lâmpada não acende. **Explicação:** Composto molecular que não sofre ionização -liberação de cargas livres- nem quando fundido nem quando em solução.

Materiais líquidos

1- **Material:** água destilada. **Consequência:** lâmpada não acende. **Explicação:** Não há cargas livres em água destilada, tornando inviável a condução de eletricidade (em baixas voltagens).

2 - **Material:** água de torneira. **Consequência:** lâmpada acende. **Explicação:** há íons de sais na água (cloreto de sódio, iodo, entre outros) por isso esses portadores de carga fazem com que ela seja condutora.

3- **Material:** etanol. **Consequência:** lâmpada não acende. **Explicação:** composto molecular (caso análogo ao da sacarose).

4- **Material:** suco de limão ou laranja. **Consequência:** lâmpada acende. **Explicação:** soluções de ácido liberam íons H^+ favorecendo a condução de eletricidade.

Observação: Essa atividade tem o condão de abrir discussão sobre as diferentes características sobre a condução de eletricidade dos materiais. O professor pode ampliar a discussão com pesquisa sobre: semicondutores/processo de dopagem, supercondutores/temperaturas. Se bem que, na atividade com o simulador, também propomos a referida discussão (fica a cargo do docente caso queira dar outro direcionamento).

APÊNDICE - V

Pré- teste e Pós- teste aplicados aos estudantes.

QUESTÃO 01

Julgue os itens em V (verdadeiro) ou F (falso):

- ① Eletrizarse um átomo significa alterar seu número de elétrons. **V**
- ② Naturalmente os corpos são eletricamente neutros. **V**
- ③ Na eletrização por atrito, obtêm-se corpos com cargas iguais em quantidades e em sinais. **F**
- ④ A eletrização por atrito de dois corpos consiste na passagem de elétrons de um corpo para outro, ficando eletrizado positivamente o corpo que perdeu elétrons. **F**
- ⑤ Ao atritarmos duas barras de ferro, ambas se eletrizam. **F**

QUESTÃO 02

Uma carga elétrica $Q_1 = - 2 \text{ C}$ está 3 m distante de outra carga $Q_2 = + 15 \text{ C}$. Quanto vale a força eletrostática, em Newtons, entre estas duas cargas elétricas caso elas estejam situadas no ar ? Dado: $K_{ar} = 9.10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ **Resp. (3.10^{10} N)**

QUESTÃO 03

Observe as figuras abaixo e responda acerca das linhas de força ou linhas de campo elétrico, assinalando a alternativa **incorreta**:

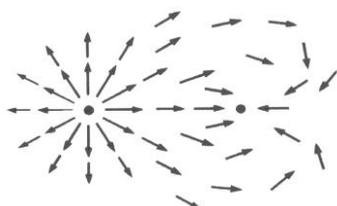


FIGURA 55: Campo de duas cargas.

Fonte: <http://www.queixaoajuda.com/2010/04/campo-eletrico.html>

Pesquisado em 16 /03/2014.

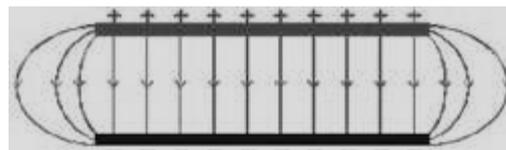


FIGURA 56: Campo de placas paralelas e sinais opostos.

Fonte: http://fisica.ufpr.br/viana/fisicab/aulas2/a_10_arquivos/image007.jpg (**com adaptações**).

Pesquisado 16/03/2014.

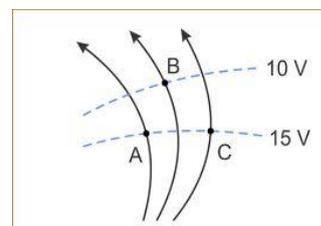


FIGURA 57: Campo elétrico não-uniforme

Fonte: <http://osfundamentosdafisica.blogspot.com.br/2013/05/cursos-do-blog-eletricidade.html>

Pesquisado em 16 /03/2014.

a) O campo elétrico pode ser concebido como a região onde as cargas manifestam sua ação (por meio da força elétrica).

b) No "campo de duas cargas", ilustrado acima, podemos afirmar que as cargas possuem sinais opostos.

c) Podemos afirmar que, no campo de duas cargas, concebido por placas paralelas de sinais opostos, qualquer carga de prova fica sujeita à ação da força

elétrica de intensidade $F_{el} = q \cdot E$ quando imersa nessa região.

d) O campo criado por carga puntiforme pode ter seu valor calculado por $E = K \cdot |Q| / d^2$, onde: K é a constante eletrostática do ambiente onde está a carga fonte, Q seu valor de carga e d a distância até o ponto onde se tem interesse em calculá-lo.

e) Num campo elétrico não-uniforme qualquer, não existem dois pontos onde o potencial seja o mesmo. **X**

QUESTÃO 04

Uma carga elétrica de -10 C encontra-se no ar, conforme ilustração a seguir:

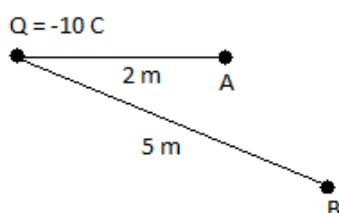


FIGURA 58: Posição dos pontos A e B relativos a Carga Fonte Q.

Calcule a diferença de potencial $U_{ab} = V_a - V_b$ entre os pontos A e B. Considere: **Resp: $-27 \cdot 10^9\text{ V}$**

$$K_{ar} = 9 \cdot 10^9\text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2.$$

QUESTÃO 05

EXPERIMENTO: ELETRIZAÇÃO POR ATRITO

Objetivo: Verificar a eletrização por atrito.

Materiais: 1 canudo de refresco ou 1 régua de plástico, 1 toalha de papel ou 1 pedaço de papel higiênico, papel picado (folha de caderno).

Montagem e Procedimento:

Coloque um pouco de papel picado sobre a mesa. Esfregue o canudinho ou a régua no papel higiênico ou na toalha de papel, e em seguida aproxime-o dos pedacinhos de papel. Observe que estes são atraídos, sendo alguns aderidos ao canudo.

Se o canudinho não for muito grande, depois de atritado com o papel, você pode aproximá-lo de um objeto grande, como uma parede, e ele ficará grudado.

O experimento pode também ser feito usando um balão de borracha cheio de ar no lugar do canudo.

Texto retirado de: Peruzzo, 2013, pág 3.

Pesquisado 16/03/2014.

A) Observando a Série Triboelétrica, temos condições de prever os sinais de corpos eletrizados por atrito. Consultando tal ferramenta, podemos concluir que no atrito entre o canudo plástico e o papel higiênico:

- a) O plástico fica negativo e o papel higiênico positivo. **X**
- b) O plástico fica positivo e o papel higiênico negativo.
- c) Ambos ficam negativos.
- d) Ambos ficam positivos.

B) Acerca da experiência acima, podemos concluir que a interação entre os **pedacinhos de papel** e o canudo atritado é uma evidência de que:

- a) Tanto o canudo como o papel não são neutros em seu estado natural.
- b) Elementos com cargas elétricas de mesmo sinal atraem-se.
- c) Um corpo eletrizado pode atrair um corpo neutro. **X**

d) O processo de separação de cargas elétricas, como a indução, pouco contribui para os fenômenos atrativos da experiência.

C) Assinale qual (is) os fatores que, conforme discutidos em sala de aula, podem influenciar na eletrização dos corpos:

- a) Umidade do ar X
- b) Formato dos corpos X
- c) Tamanho do corpos X
- d) Densidade do corpo
- e) Poder de reação química com outras substâncias (reatividade).

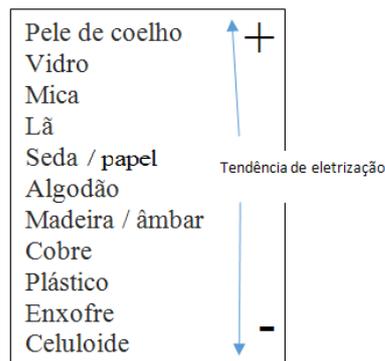


FIGURA 59 - Série Triboelétrica

APÊNDICE -W

Exemplos de atividades realizadas: simulador "Balões e Eletricidade" pág.1.

0,9

Aluno Lucas Daniel Lucas Ferreira Turma 3º 'B' Data 06/11/14
Prof. Leandro

Discussões Experimentais utilizando o software "Balões e eletricidade estática"

Instrução inicial:

Antes de começar a responder à atividade 1 no programa Balões e Eletricidade deixe marcado "Mostrar todas as cargas" e desmarque "ignorar a carga inicial do balão".

Atividade 1

Conte o número de cargas positivas e negativas no balão:

Respostas: Cargas positivas 10
Cargas Negativas 10

A partir dessa contagem podemos concluir que:

- a) O balão não está eletrizado;
- b) O balão está eletrizado;
- c) Não é possível afirmar nada apenas com a contagem das cargas do balão;
- d) O número de cargas mostrado é infinitamente grande, sendo impossível contabiliza-lo.
- e) Não sei.

Instrução

Marque no programa o campo "Dois balões" (aparecerá um balão azul).

Atividade 2

Coloque o balão azul próximo ao balão amarelo. Verifique o que ocorre (atração ou repulsão ou nenhuma interação entre eles). A partir do que foi observado, pode-se concluir que:

- a) Os dois balões estão eletrizados.
- b) Os dois balões não estão eletrizados.
- c) Não foi possível tirar conclusão sobre o estado elétrico dos balões a partir de tal experimento.
- d) Um balão está eletrizado e o outro balão encontra-se neutro.
- e) Não sei.

Atividade 3

Atrite os dois balões, podemos notar que:

- a) Após o atrito eles se atraem.
- b) Após o atrito eles se repelem.
- c) Após o atrito eles não interagem porque não se eletrizam.
- d) Após o atrito um adquire carga e o outro se descarrega.
- e) Não sei.

Atividade 4

Atrite o balão amarelo no casaco. Em seguida, atrite o balão azul no casaco. Tente aproximar os dois balões. O que ocorre é:

- a) Os balões se repelem.
- b) Os balões se atraem.
- c) Os balões não interagem.
- d) Um balão é atraído pela parede e o outro não é.
- e) Não sei.

Instrução

Clique em recomençar

Atividade 5

Atrite um dos balões no casaco. Cole-o na parede. Aproxime e encoste o outro balão ao balão da parede, pode-se afirmar que:

- a) O balão encostado eletriza-se por contato.
- b) O balão encostado eletriza-se por atrito.
- c) O balão encostado eletriza-se por indução.
- d) O balão encostado não fica eletrizado.
- e) Não sei.

Instrução

Marque no programa " não mostrar cargas" e desmarque o campo "Dois balões" (o balão azul irá sumir).

APÊNDICE - W

Exemplos de atividades realizadas: simulador "Balões e Eletricidade" pág.2.

Aluno Lucas Daniel Lucas Ferreira Turma 3º B Data 06/11/14
Prof. deandine

Atividade 6

Atrite o balão amarelo no casaco de lã. Em seguida, afaste-o e solte o balão. O que acontece:

- a) O balão e o casaco se atraem, porque ambos ficam eletrizados por atrito.
- b) O balão é atraído pelo casaco porque apenas este último está eletrizado.
- c) O balão atrai o casaco porque apenas o balão ficou eletrizado por atrito.
- d) Os prótons do casaco são transferidos para o balão.
- e) Não sei.

Instrução

Marque o campo "mostrar cargas resultantes"

Atividade 7

Podemos concluir que, na eletrização por atrito:

- a) No fim do processo, os elementos ficam com cargas de mesmo sinal.
- b) No fim do processo, os elementos participantes atraem-se.
- c) No fim do processo, um dos corpos ficam carregado e o outro fica neutro.
- d) Seria necessária a utilização de um fio terra para este tipo de eletrização.
- e) Não sei.

Atividade 8

Após a eletrização por atrito, ao aproximarmos o balão da parede ele fica grudado porque:

- a) Corpos eletrizados podem atrair corpos neutros;
- b) Corpos neutros se atraem;
- c) A parede está eletrizada;
- d) Tanto a parede como o balão estão eletrizados;
- e) Não sei.

Atividade 9

Quando aproximamos o balão após o atrito com o casaco na parede vemos que ocorre a separação de cargas nessa parede, tal fenômeno pode ser caracterizado como:

- a) Eletrização da parede;
- b) Indução parcial, ou seja, separação momentânea de cargas.
- c) Eletrização por indução e a consequente interação dos corpos;
- d) Eletrização por contato;
- e) Não sei.

Atividade 10

Pelo princípio da conservação das cargas, os elétrons trocados entre o casaco e o balão, na eletrização por atrito, fazem com que as quantidades de carga deles sejam:

- a) A mesma, porém com sinais opostos;
- b) diferentes, porém com sinais opostos;
- c) A mesma, no entanto, com sinais iguais;
- d) Diferentes, mas com sinais iguais;
- e) Não sei.

APÊNDICE - X

Exemplos de atividades realizadas: simulador "Taxas e Campos" pág.1.

Nome: Evaldo e Tiago
Turma: 3º Ano "A" EJA

31-10-2014

Discussões para o simulador "Taxas e Campos"

Nota

1,2

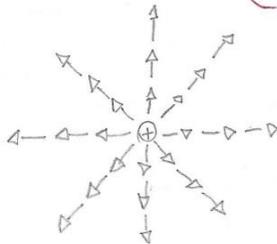
Instrução inicial

No simulador "Taxas e campos" marque a opção "mostrar campo" no canto inferior direito do simulador. Em seguida, marque a opção "apenas direção".

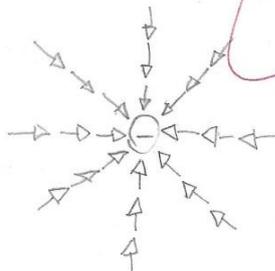
Atividade 1

Selecione uma carga positiva e a insira no centro da tela do simulador. Faça um desenho do aspecto de linhas de campo indicadas pelas setas alaranjadas do programa. Retire a carga positiva e repita este processo para a carga negativa. Faça o desenho ilustrativo das linhas de campo para esta carga. Em seguida, coloque a carga positiva ao lado de uma carga negativa, ambas numa mesma linha horizontal. Como fica o aspecto das linhas de campo desta configuração de cargas (Faça um desenho representando a situação)?

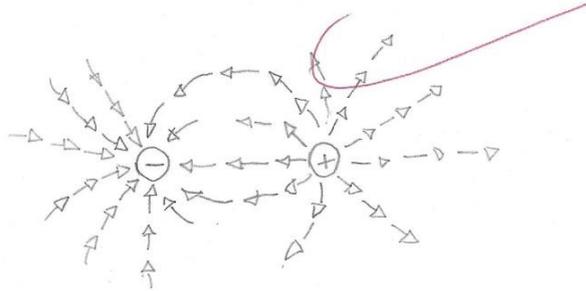
a) Desenho das linhas de carga positiva



b) Desenho das linhas de cargas negativa



c) Desenho das linhas da carga positiva próxima a carga negativa (dipolo elétrico)



Instrução

Clique na tecla "limpar tudo"

Atividade 2

Escolha uma carga (positiva ou negativa) e centralize-a na tela. Agora escolha dois elementos "sensores de campo elétrico" colocando um próximo a carga e outro distante dela. O que você nota? O campo elétrico é mais intenso próximo ou distante da carga? Isso tem previsão pela teoria de campo elétrico estudado em sala de aula?

Resposta: O campo elétrico é mais intenso próximo à carga positiva, e menos intenso longe da carga positiva.

APÊNDICE - X

Exemplos de atividades realizadas: simulador "Taxas e Campos" pág.2.

Instrução

Clique na tecla "limpar tudo"

Atividade 3

Selecione 6 cargas positivas e 6 cargas negativas. Monte uma coluna de cargas positivas e outra de cargas negativas paralela à primeira. Faça o desenho ilustrativo das setas entre essas colunas de cargas.

a) Desenho das linhas de campo entre as colunas de cargas



Instrução

Clique na tecla "limpar tudo". Em seguida, marque a opção "mostrar números"

Atividade 4

Escolha uma carga negativa ou positiva. Centralize-a na tela. Escolha um sensor de campo elétrico. Agora utilize a fita métrica disponibilizada no programa e meça a distância entre a carga e o sensor de campo. Faça a medida do potencial elétrico com o medidor de potencial fornecido pelo programa. Calcule o valor da constante eletrostática do meio em questão. Podemos afirmar que essas cargas estão no vácuo? Por quê?

$$V \cdot d = k$$

$$8,3 \cdot 10^7 = 8,881 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

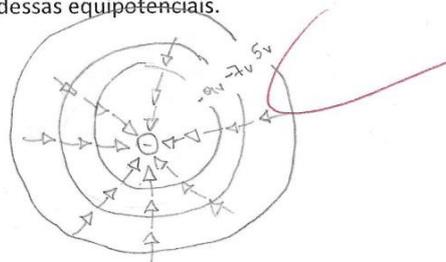
Não está no vácuo pois o valor foi menor do que $9 \cdot 10^9$

Atividade 5

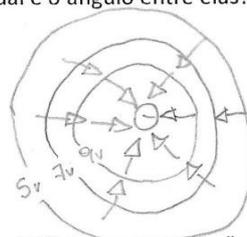
Instrução

Clique em "limpar tudo". Selecione uma carga negativa e centralize-a na tela do simulador. Com o aparelho EQUIPOTENCIAL (no canto inferior esquerdo) desenhe as equipotenciais de valores -5 V, -7 V e -9 V.

a) Faça o desenho representativo dessas equipotenciais.



b) Faça o desenho das linhas de campo elétrico juntamente com o desenho dessas equipotenciais. Qual é o ângulo entre elas?



c) Utilize o recurso "Mostrar números" e, em seguida, fita métrica. Meça a distância entre as superfícies equipotenciais. Elas são igualmente espaçadas?

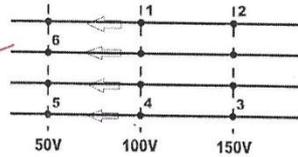
$$9V - 7V = 0,29m$$

$$7V - 5V = 0,53m$$

APÊNDICE - X

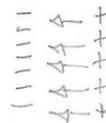
Exemplos de atividades realizadas: simulador "Taxas e Campos" pág.3.

Elemento	Distância medida
Carga-----Equi.(-9V)	3m
Equi.(-9V)-----(-7V)	0,29m
Equi.(-7V)-----(-5V)	0,53m



Considerando a situação acima descrita, responda :

a) Sabendo que o campo uniforme pode ser obtido pela disposição paralela de uma placa positiva e outra negativa, faça um desenho mostrando essas placas na situação da figura acima.



d) Caso desejássemos levar uma carga de prova de 2 C da equipotencial mais interna (- 9V) para a equipotencial mais externa (-5V) determine o trabalho da força elétrica para efetuar tal tarefa.

$$U = -9 - (-5)$$

$$U = -4$$

$$T = -4 \cdot 2$$

$$T = -8$$

e) Calcule o quanto de energia potencial elétrica essa carga de 2 C possui em cada uma das superfícies equipotenciais (-5V), (-7V) e (-9V).

$$E_{pot} = 2 \cdot (-9) = -18$$

$$E_{pot} = 2 \cdot (-7) = -14$$

$$E_{pot} = 2 \cdot (-5) = -10$$

Atividade 6

O campo elétrico é dito uniforme quando suas linhas de campo podem ser representadas por setas paralelas, igualmente espaçadas e, suas superfícies equipotenciais mostram-se como planos ortogonais a estas linhas, conforme ilustra a figura a seguir:

b) Sabendo que o campo elétrico acima possui intensidade $E = 10$ V/m, quanto é a distância entre duas equipotenciais adjacentes?

$$U = E \cdot d \quad d = 5m$$

$$\frac{50}{10} = 5$$

c) Supondo que um cientista fez as seguintes medições de forças em várias cargas inseridas nesse campo da figura:

Carga	Força
10C	100N
20C	200 N
30 C	300 N
40C	400N

x10

Com base nesses dados , qual seria a maneira de provar que se trata de um Campo Elétrico Uniforme?

$$E = \frac{F}{q} \quad \frac{100}{10} = 10 \quad \text{é uniforme}$$

$$\frac{200}{20} = 10 \quad \text{pois o campo}$$

$$\frac{300}{30} = 10 \quad \text{todo é igual}$$

$$\frac{400}{40} = 10 \quad \text{a } E = 10.$$

APÊNDICE - Y

Exemplos de atividades realizadas: simulador "Kit de Construção de Circuitos DC" pág.1.

Comila Ferreira Macedo 3º D DATA 13/11/14

Thalita COSTA

Nota
3,0

TESTANDO A CONDUTIVIDADE DE MATERIAIS

Objetivo

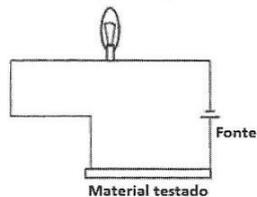
Verificar se diferentes materiais são condutores ou isolantes elétricos.

Materiais

1 pilha (ou bateria), 1 lâmpada, fios condutores,

Montagem e Procedimento

Construa o circuito a seguir:



Sabendo que se o material testado for isolante a lâmpada não acende, mas se o material for condutor ela acende. Realize a atividade a seguir:

Atividade 1 : Utilizando o simulador " Kit de construção de circuitos DC", realize o teste dos seguintes materiais: 1 cédula de papel, 1 clipe, 1 pedaço de borracha, 1 pedaço de grafite, a mão de uma pessoa, uma moeda metálica -tais materiais encontram-se no item "Sacola Cheia" na interface do programa e, a seguir, preencha a tabela:

Material	Isolante/condutor
Papel	isolante ✓
Clipe	condutor ✓
Borracha	isolante ✓
Grafite	isolante x
Moeda	condutor ✓
Mão humana	condutor ✓

Atividade 2 : Houve algum resultado inesperado? Se afirmativo, qual(is) e por quê?

um corpo humano condutor, porque permite a passagem de eletricidade.

Atividade 3 : Caso fossem testados uma tampa plástica de caneta, um pedaço de porcelana, um pedaço de vidro e o ar atmosférico. O que aconteceria com a lâmpada? Porquê?

Não aconteceria nada, porque todos os materiais são isolantes.

APÊNDICE -Z

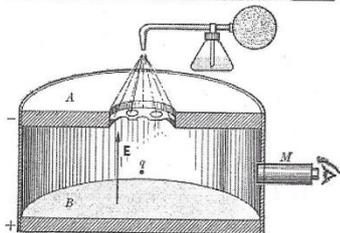
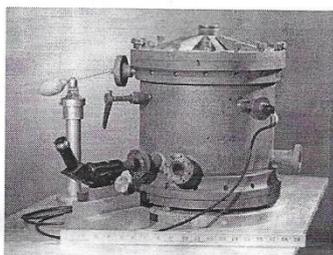
Exemplos de atividades realizadas: simulador "Experimento de Milikan" pág.1.

Suzelene Vieira e Silva
Tiago Souza de Lima.

Nota
1,0

O experimento de Milikan

O objetivo da experiência de Milikan é a determinação da carga do elétron. Isto não é muito fácil porque, mesmo antes de Milikan ter realizado seu famoso experimento e que desejamos reproduzir, já se sabia que essa carga deveria ser muito pequena. Assim, o artifício experimental proposto foi o de determinar a carga elétrica existente em apenas uma microgota que se deslocava sob a ação dos campos elétrico e gravitacional. O aparato utilizado por Milikan e sua simplificação estão ilustrados a seguir:



O equipamento consiste de dois eletrodos paralelos (um negativo e outro positivo) com

um pequeno orifício na placa superior. Acoplado a esse sistema, temos uma câmara na qual é borrifada uma pequena quantidade de óleo sob a forma de minúsculas gotas. As gotas iniciam sua queda cabendo ao experimentador determinar seu tempo de descida sob ação exclusiva da gravidade durante certa distância (campo elétrico desligado). A seguir, ligando-se a bateria e ativando os eletrodos, uma força de origem elétrica faz com que a gota suba, então, podemos cronometrar seu tempo de subida e anotar diversas vezes tal dado e a distância em que isto foi feito. Repetindo muitas vezes a medida, encontramos valores diferentes para a carga das gotas. Ora, estes valores deveriam corresponder a diferentes números de elétrons contidos na microgota e que forçosamente deveriam ser múltiplos da carga de um único elétron. Finalmente, calculando-se o máximo divisor comum das cargas totais apresentadas pelas gotas encontra-se o valor da carga do elétron.

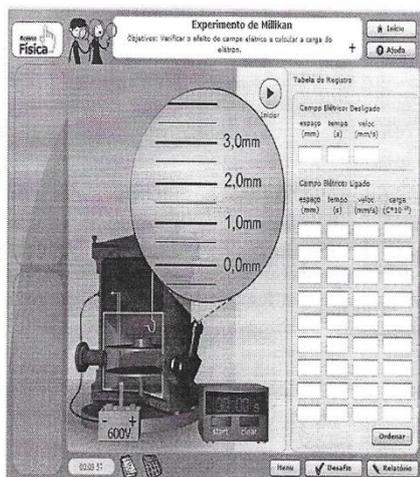
Atividade: Com ajuda do professor, escolha um companheiro (a) para que, em dupla, realizarem a série de medidas capazes de determinar o valor da carga elementar utilizando o programa computacional "Campo Elétrico e Gravitacional/Experimento de Milikan".

Dica: Para o cálculo do m.d.c entre três valores, utilize a página na internet "matemática didática" www.matematicadidatica.com.br

APÊNDICE - Z

Exemplos de atividades realizadas: simulador "Experimento de Milikan" pág.2.

Roteiro da simulação:



1º Passo:

Primeiramente, nessa simulação, temos o objetivo de cronometrar o tempo de queda de uma gota eletrizada inserida no aparato de Milikan sem a ação da força elétrica. Para isso, devemos escolher intervalos de distância iguais ou superiores a 2 mm, ou seja (2,0 mm, 2,5 mm, 3,0 mm, 3,5 mm ou 4,0 mm). A partir desse feito, iremos inserir os valores de tempo e de distância medidos nas lacunas superiores em " Campo elétrico: Desligado". Ao cumprirmos tal objetivo, o programa irá calcular a velocidade da gota.

Atividade 1 : Realize a medida de tempo com o "Campo elétrico desligado" e insira seus dados nas linhas abaixo:

Distância (mm)	Tempo (s)	Velocidade (mm/s)
2,5	22,88	0,11

2º Passo:

Cumprida a primeira missão, devemos observar, agora, como se movimenta a gota de óleo eletrizada numa região com existência de força elétrica. Assim, faremos a gota descer e quando ela estiver no ponto mínimo da escala (0 mm)

ligamos o campo elétrico e cronometramos o tempo de subida para percorrer a distância escolhida igual ou maior, a 2 mm. Devemos efetuar esse procedimento 9 vezes. Após finalizarmos, clicamos na tecla ordenar do programa. Fazemos a escolha de três valores (arredondando para que tenhamos apenas três valores) para o cálculo do m.d.c. Como o mdc é definido apenas para valores inteiros, multipliquemos por 10 após o arredondamento e, no resultado final, efetuamos m.d.c/ 10 como o valor de carga elementar encontrado.

Distância	Tempo	Carga $10^{-19} C$
2,5	14,376	9,5324
3,0	17,08 (0,18)	9,5894
4	30,66 (0,13)	8,0479
2	15,28 (0,13)	8,0625
1	7,71 (0,14)	8,0219
1,5	19,17 (0,08)	6,2664
3,5	42,17 (0,08)	6,4285
1	7,59 (0,13)	8,1037
1,5	19,08 (0,08)	6,279

Atividade 3 : Quais foram seu números de carga para o m.d.c ? Quanto resultou o m.d.c ?

64, 80, 96

$$MDC(64, 80, 96) = 2^4 = 16 \cdot 10$$

Atividade 4: Qual foi o valor da carga elementar encontrada ? Em caso de discordância do valor exato, como você explica essa diferença?

$$\frac{16}{10} \pm 1,6 \cdot 10^{-19}$$

Não houve ~~uma~~ discordância dos valores.

APÊNDICE-A.1

Layout do CD- ROM anexo ao trabalho.

ANEXO CD-ROM

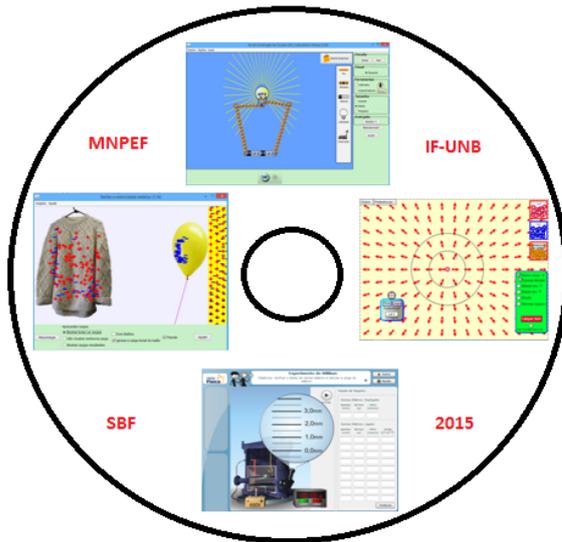


FIGURA 60: Layout do CD-ROM anexo ao trabalho.

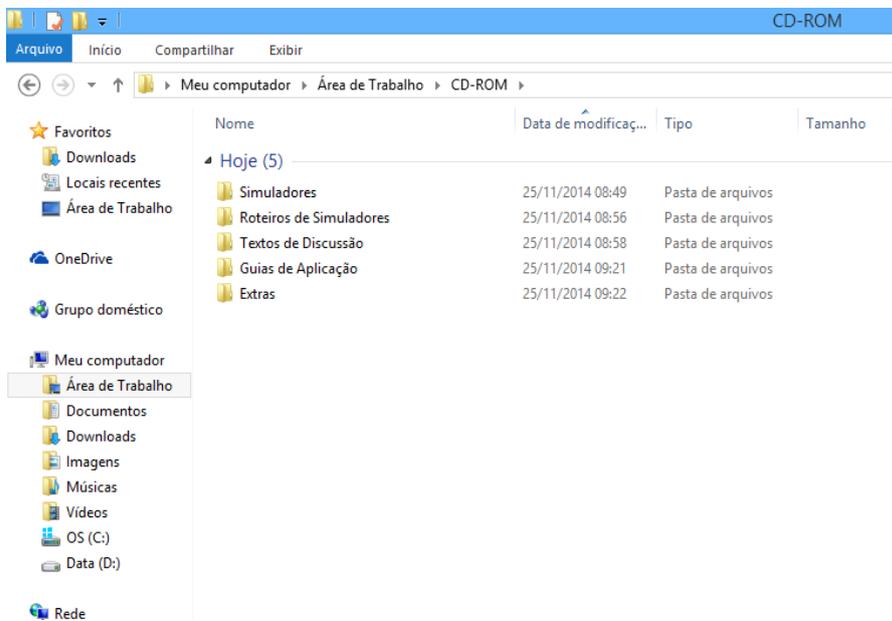


FIGURA 61: conteúdo do CD-ROM