

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE-UFAC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**



WENDEL RICARDO DE SOUZA RÊGO

**PRODUTO EDUCACIONAL:
SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL EM FLASH DE FENÔMENOS
FÍSICOS DA ELETROSTÁTICA**

Rio Branco-Ac
Fev/2018

WENDEL RICARDO DE SOUZA RÊGO

**PRODUTO EDUCACIONAL:
SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL EM FLASH DE FENÔMENOS
FÍSICOS DA ELETROSTÁTICA**

Produto Educacional da dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Acre-UFAC, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Miguel Justiniano Abanto Peralta

Rio Branco-Ac
Fev/2018

Como citar este apêndice:

RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. **Produto Educacional:** Simulação Computacional em flash de fenômenos físicos da eletrostática. In: RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. Simulação computacional em flash de fenômenos físicos da eletrostática. 2018. 184f. Dissertação (Mestrado Profissional no Ensino de Física)- Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Rio Branco, 2018.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
1 CARACTERIZAÇÃO GERAL E PARÂMETRO BÁSICO DAS SIMULAÇÕES	7
2 DISTRIBUIÇÃO DAS SIMULAÇÕES E IDENTIFICAÇÃO CONTEXTO DE TEMAS PARA ENSINO DA ELETROSTÁTICA	9
3 PAINEIS DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS EM FLASH	10
SIMULADOR I.....	21
SIMULADOR II.....	22
SIMULADOR III.....	23
SIMULADOR IV	24

APRESENTAÇÃO

O presente produto educacional é um trabalho que faz contexto a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) em que foi elaborado simulações computacionais para o ensino da eletrostática. A linguagem de programação usada para elaborá-las foi o *Action Script* e elas estão no formato de arquivo *flash* e indexadas no arquivo em pdf ao final desse apêndice.

No produto, apresenta-se 16 simulações computacionais distribuídas em quatro simuladores com sequência de telas de slides. Além das simulações elaborou-se painéis instrucionais para conhecimento e uso delas.

O painel apresenta uma breve descrição da simulação, indicação de interatividade e alguns descritores de ensino relacionados com a simulação computacional.

Sabe-se sobre os temas de ensino da eletrostática no ensino médio pode ter vários métodos baseado na realidade da sala de aula e/ou recursos disponíveis para atingir as aprendizagens esperadas. Entretanto, ao fazer uso das simulações no processo de ensino, recomenda-se:

- a) conhecer previamente o recurso tecnológico (notebook/computador, projetor multimídia) para que se possa facilitar o uso das simulações no formato *flash* no notebook/computador;
- b) aplicar o uso das simulações como complemento de didático no processo de ensino e aprendizagem de um determinado tema adequado para a eletrostática;
- c) no processo de ensino e aprendizagem, realizar a aula com alunos em dupla ou em grupos pequenos de três estudantes;
- d) aliar as simulações computacionais em *flash* com atividades experimentais e/ou resolução de problemas em sala de aula;
- e) após usar a simulação sobre o precipitador eletrostático e/ou o lançador de partículas entre duas placas paralelas, promover a discussão sobre tecnologias usadas baseadas na área da eletrostática e fazer apontamentos sobre essa questão no livro didático.

Prof. Wendel Ricardo
(fisicawendel@gmail.com)

1 CARACTERIZAÇÃO GERAL E PARÂMETRO BÁSICO DAS SIMULAÇÕES

As simulações computacionais em *flash* foram desenvolvidas de forma geral com as seguintes caracterização:

- I. parâmetro de controle e interação: apresentam um botão de passador da animação/*slide* (confira Figura 1A); em algumas animações é possível interagir em alguns botões (região) em que o cursor do mouse se altera para a forma de uma “mão”, conforme ilustra a Figura 1B. Em algumas situações é possível verificar um fenômeno físico adicional e/ou iniciar uma animação, conforme ilustra a Figura 1B;
- II. *design* gráficos básicos: em algumas simulações a carga elétrica positiva foi representada por cor vermelha com sinal positivo no centro enquanto que carga negativa foi de cor azul e sinal negativo no centro da ilustração; algumas simulações apresentam representações gráficas de vetores (força elétrica, campo elétrico, força peso, tração); muitas simulações apresentam uma palco na forma retangular de plano de fundo. Essas caracterizações podem ser visualizadas como exemplo nas Figura 1A e 1B. As cargas elétricas desenhadas estão sem escala. Outras representações gráficas do *design* de um elemento na simulação podem aparecer tais como: sombreamento do vetor, representação de campo elétrico com gradiente de cor, trajetória de uma partícula, placas paralelas de capacitor com ilustração em cor vermelha carregado positivamente e em cor azul placa carregada negativamente (cf. Figura 1B).

Figura 1-Cena de simulações com representação interativa do botão (passador de slide), interação para animação e elementos gráficos

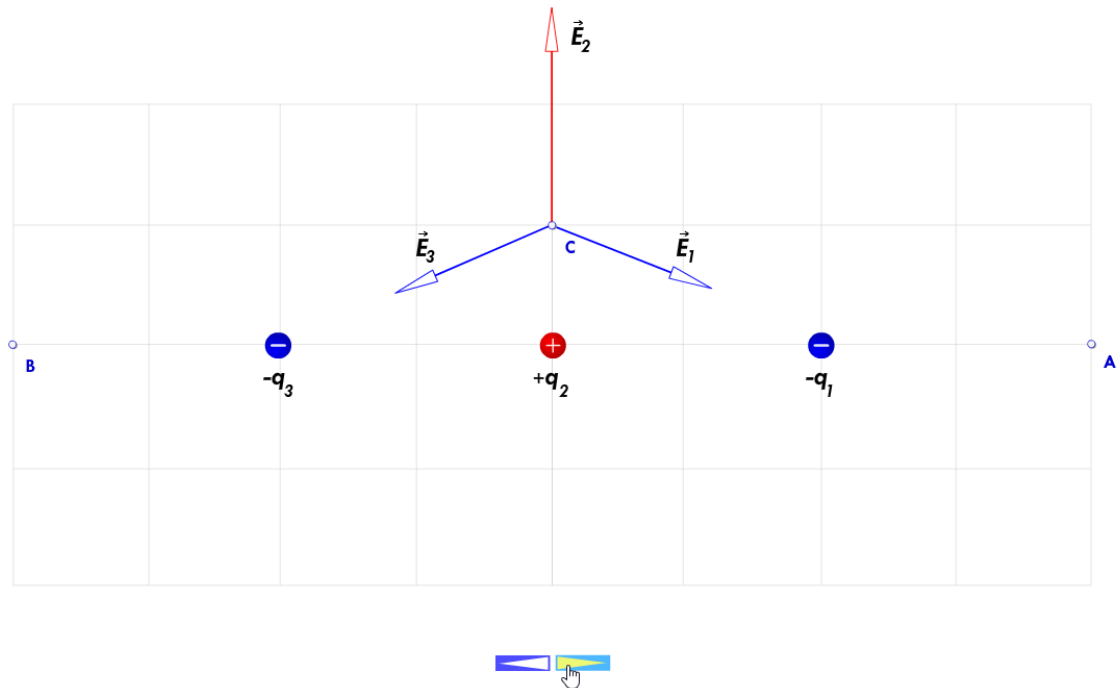


Figura 1A-representação gráfica do botão e da forma como aparece ao inserir o cursor do mouse sobre ele. O botão está no centro do simulador, posição inferior.

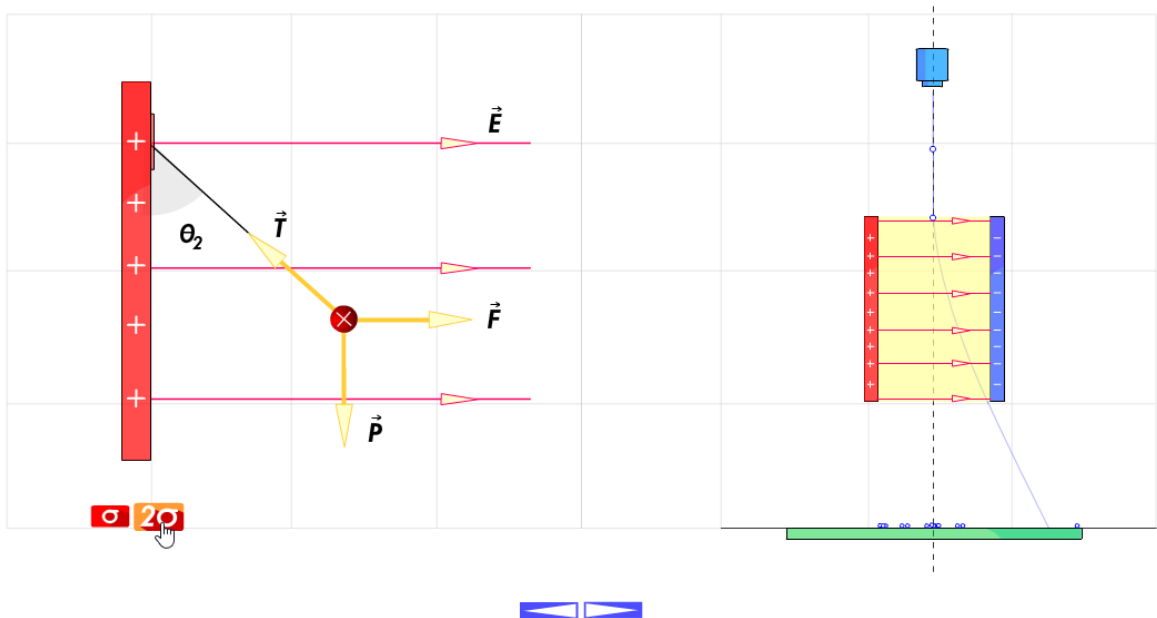


Figura 1B-representação gráfica de uma interação na simulação em que aparece a representação do cursor do mouse na forma de uma mão, conforme ilustra em baixo da placa carregada positivamente, botão 2σ .

Fonte: elaboração própria.

2 DISTRIBUIÇÃO DAS SIMULAÇÕES E IDENTIFICAÇÃO DO CONTEXTO DE TEMAS PARA ENSINO DA ELETROSTÁTICA

O quadro abaixo ilustra a distribuição de 16 simulações segundo a categoria simulador, slides, painéis e o contexto de fenômenos físicos da eletrostática.

Quadro 1-Distribuição das simulações computacionais em flash para fenômenos físicos da eletrostática

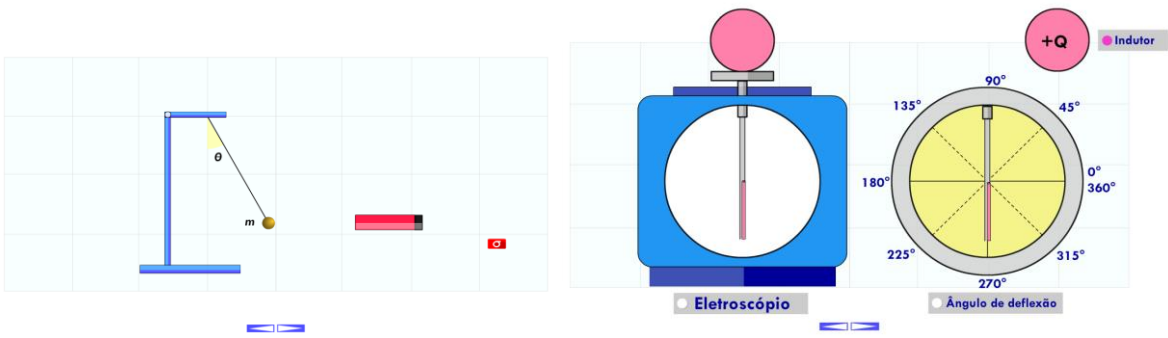
Simulador	Slides	Painel	Simulação	Contexto de fenômenos físicos da eletrostática	
	1		A	Pêndulo eletrostático	
	2		B	Eletroscópio de folhas	
	1	Painel 2	C	Lei de Coulomb, gráfico da lei de Coulomb	
	2	Painel 3	D	Projeção vetorial da força elétrica entre cargas elétricas	
	3	Painel 4	E	Força elétrica de atração e repulsão	
	4	Painel 5	F	Força elétrica resultante	
	5	Painel 6	G	Linhas de força de um campo elétrico, contextualização e aplicações	
	1	Painel 7	H	O campo elétrico	
	2		I		
	3		J		
	4		K		
	5	Painel 9	L	Gráfico do módulo do campo elétrico em função da distância	
				M	
				N	
7			O		
Simulador IV	1	Painel 11	P	Simulador de um precipitador eletrostático	

Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

3 PAINÉIS DAS SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS EM FLASH

O painel apresenta uma descrição básica das simulações, indicação de parâmetros de controle e interação (quando houver). Além disso apresenta alguns descritores para o ensino.

Painel 1-Simulação A e B: pêndulo eletrostático e eletroscópio de folhas

Simulação A e B: pêndulo eletrostático e eletroscópio de folhas	
<p>Descrição da simulação: o primeiro <i>slide</i> apresenta o simulador do pêndulo eletrostático simples de um corpo de massa “m” e um indutor. O segundo <i>slide</i> apresenta um simulador do eletroscópio de folhas contendo um indutor carregado positivamente e uma imagem ilustrativa ampliada do ângulo de deflexão da lâmina no eletroscópio.</p> <p>Interação: no pêndulo eletrostático simulado ocorre ao clicar sobre o botão σ. Isso permite aproximar o indutor (objeto de cor vermelho e preto) e após deixar o pêndulo em uma determinada posição foi incluída uma informação gráfica do ângulo do pêndulo em relação a vertical, assim como uma interação oculta ao posicionar a seta do <i>mouse</i> sobre o pêndulo. Isso inclui as forças que atuam sobre o corpo de massa “m”. A interação no eletroscópio ocorre ao clicar no botão intitulado “indutor”. Isso permite o indutor se aproximar do eletroscópio até o contato.</p>	
	
<p>Cena do slide 1-pêndulo eletrostático Cena do slide 2- eletroscópio de folhas</p>	
<p>Descritores para o ensino</p>	<p>Pêndulo eletrostático, eletrização por indução, indutor, forças (peso, elétrica, tração), eletroscópio de folhas, eletrização por contato</p>

Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

As duas simulações apresentadas no Painel 1 podem ser utilizadas preferencialmente ao abordar o conteúdo de ensino sobre “Processos de eletrização” e/ou com atividades aliada à experimentação.

O simulador II apresenta cinco *slides* contemplando várias simulações em contexto com a Lei de Coulomb, gráfico da lei de Coulomb, projeto vetorial da força elétrica; força elétrica de atração e repulsão, entre outros.

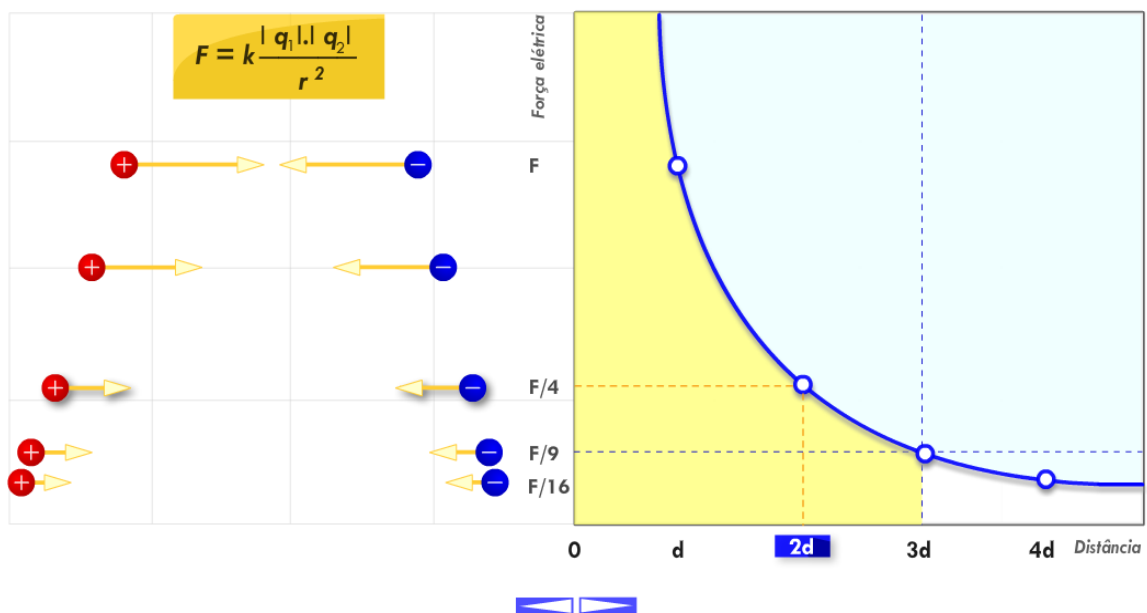
A orientação didática sobre o uso da simulação no Painel 2 é recomendada para explicar como a força elétrica diminui com o quadrado da distância.

Painel 2-Simulação C sobre a Lei de Coulomb e gráfico da lei de Coulomb

Simulação C- Lei de Coulomb, gráfico da lei de Coulomb

Descrição da simulação: contextualiza a lei de Coulomb e apresenta um gráfico em que há um preenchimento com animação no gráfico da força elétrica em relação à distância.

Interação: há um destaque interativo sobre a distância “ d , $2d$, $3d$ e $4d$,” no gráfico de modo que identifica o módulo da força e uma indicação sombreada da projeção vetorial entre duas partículas de sinais opostos.



Cena da simulação no instante em que se posiciona a seta do *mouse* sobre a distância $2d$.

Descritores
para o ensino

Lei de Coulomb, intensidade da força elétrica, força de interação

Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

c) contextualize a força elétrica com aplicações; na hipótese da existência de informação histórica da balança de torção no livro didático, peça para o aluno abrir o livro didático e observar a figura da balança de torção. Em seguida comente o experimento de Coulomb.

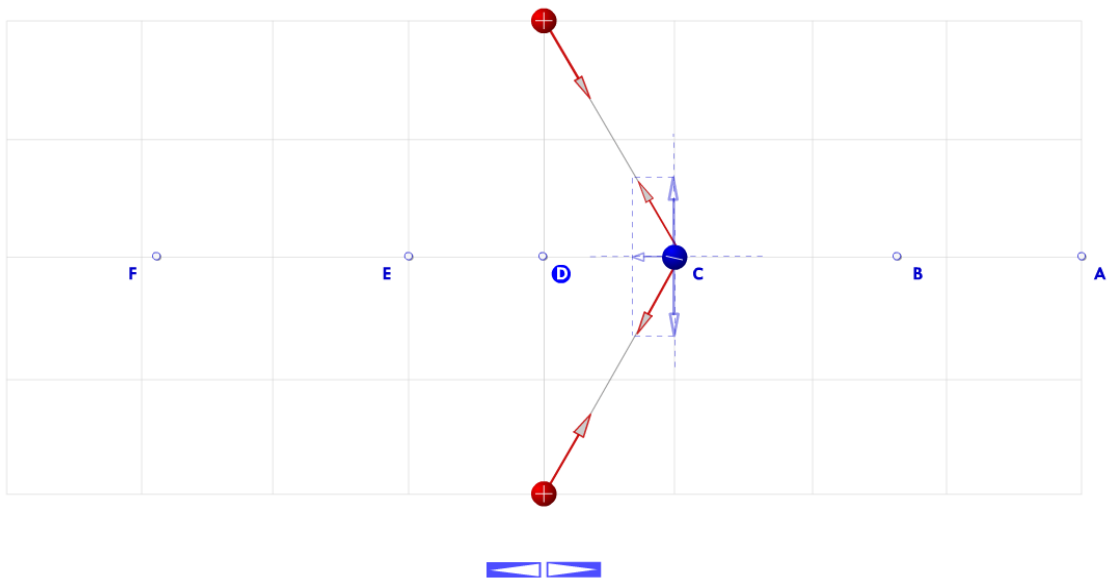
Os painéis 3, 4 e 5 que seguem apresentam simulações relacionadas no geral sobre o vetor força elétrica.

Painel 3-Simulação D- Projeção vetorial da força elétrica entre cargas elétricas

Simulação D- Projeção vetorial da força elétrica entre cargas elétricas

Descrição da simulação: trata-se de uma simulação orientada da projeção do vetor da força elétrica de atração entre cargas elétricas de sinais contrários.

Interação: há um destaque interativo em é possível ver a representação vetorial clicando nos pontos (A,B,C,D,E,F) sobre o eixo horizontal.



Cena da simulação que se clicou sobre o ponto C e forma como interativa como fica o ponto D ao posicionar o a seta do mouse sobre o ele.

Descritores para o ensino

Força elétrica de atração e vetor força.

Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

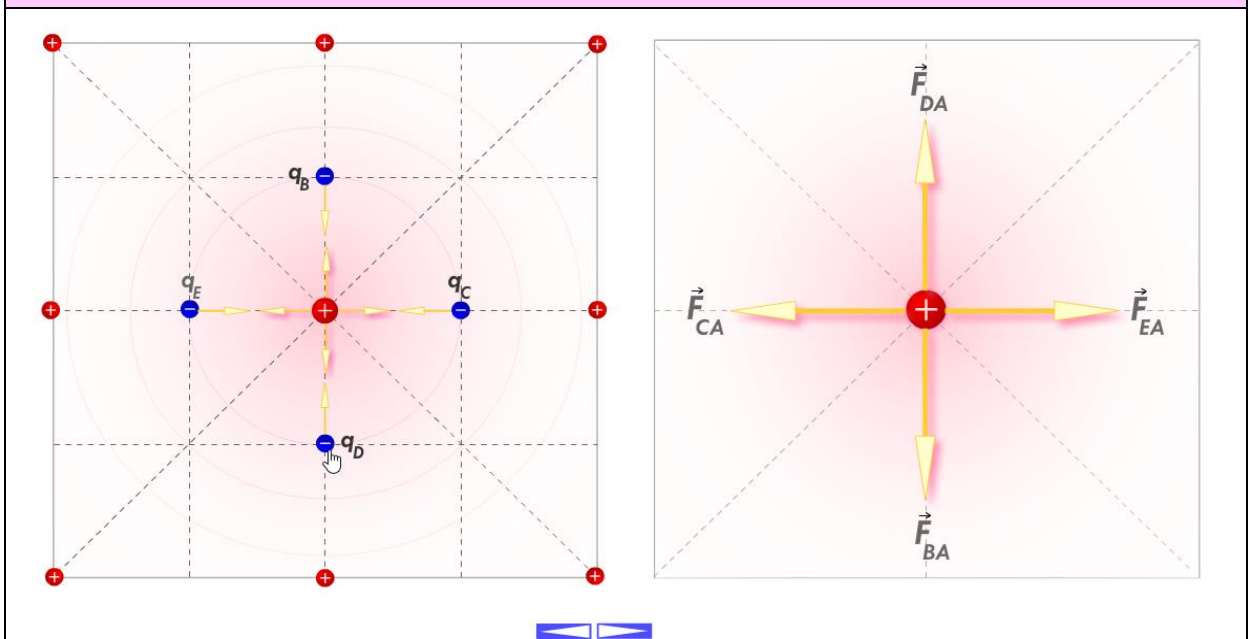
O painel 4 permite uma contextualização sobre a força elétrica de atração e repulsão projeção vetorial da força, a força elétrica resultante e o princípio da superposição.

Painel 4-Simulação E- Força elétrica de atração e repulsão

Simulação E- Força elétrica de atração e repulsão

Descrição: trata-se de uma simulação orientada da projeção vetorial instantânea que várias cargas elétricas exercem sobre uma carga elétrica central e positiva. As cargas elétricas estão posicionadas sobre um quadrado e outras cargas elétricas sobre um círculo no interior do quadrado.

Interação: apresenta interação para representação vetorial da força elétrica. Posiciona-se a seta do mouse sobre qualquer lado do quadrado ou sobre algum círculo. Além disso, apresenta uma imagem ampliada da projeção vetorial da partícula central



Nota: cena da simulação no instante em que se posiciona a seta do mouse um ponto do círculo e aparece imediatamente o vetor da força elétrica sobre a partícula no centro.

Descritores para o ensino

Força elétrica de atração e repulsão, força elétrica resultante, princípio da superposição

Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

O painel 5 apresenta dois arranjos de partículas contextualizando a força elétrica resultante sobre a carga elétrica q_3 (arranjo da esquerda) e a q_5 (arranjo da direita).

Painel 5-Simulação F- Força elétrica resultante

Simulação F- Força elétrica resultante	
<p>Descrição: simulação orientada da representação vetorial da força elétrica resultante sobre uma partícula. A simulação apresenta dois arranjos diferentes: uma com três partículas positivas e iguais e a outra com cinco partículas (duas cargas elétricas negativas e três com cargas elétricas positivas).</p> <p>Interação: para a projeção vetorial da força elétrica ocorre clicando-se sobre as partículas. A simulação da força elétrica resultante ocorre ao clicar sobre a partícula de carga elétrica $+q_3$ e $+q_5$. Ou ao posicionar a seta do mouse sobre a direção e o sentido da força elétrica resultante</p>	
<p>Nota: cena da simulação no momento em que posiciona a seta do <i>mouse</i> para incluir o vetor da força elétrica resultante. Ao direito da tela tem-se a segunda situação para caracterizar as forças elétricas que as partículas exercem sobre a carga $-q_2$.</p>	
<p>Descritores de ensino</p>	<p>Força elétrica de atração e repulsão, vetor força, força elétrica resultante.</p>

Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

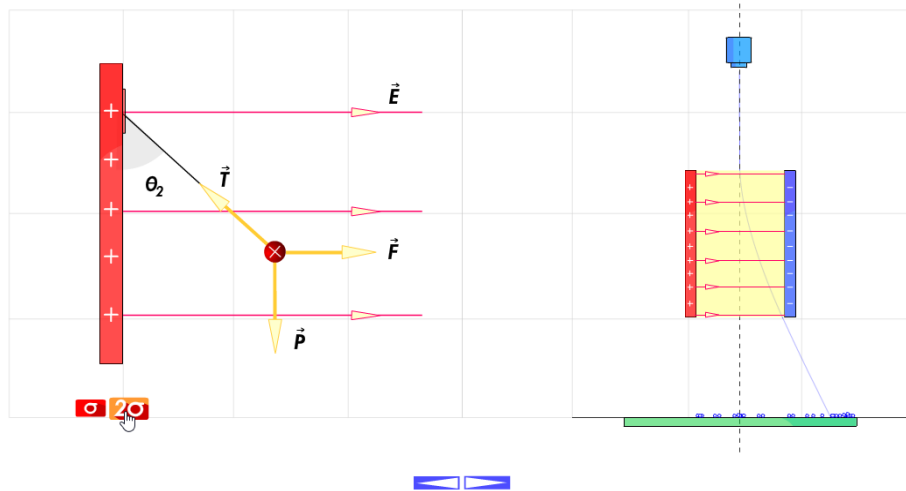
Para a utilização da Simulação G (Painel 6) permite um planejamento cuidadoso e recomenda-se que os procedimentos didáticos para uma aula expositiva tenham como um dos recursos adicionais o livro didático afim de promover discussão e apontamentos de tecnologias associadas.

Painel 6-Simulação G- Linhas de força de um campo elétrico, contextualização e aplicações

Simulação G- Linhas de força de um campo elétrico, contextualização e aplicações

Descrição: representação simuladas de duas situações aplicadas: (a) pêndulo eletrostático em que simula o movimento dele conforme a densidade superficial de uma placa carregada positivamente; (b) apresentação de um lançador de partículas carregadas entre duas placas paralelas.

Interação: no pêndulo ocorre clicando sobre os botões σ e 2σ e se observa o efeito das linhas de campo elétrico no pêndulo e ao final se representa as forças que atuam no corpo eletrizado no pêndulo. No lançador de partículas não há interação.



Nota: cena do simulador após clicar sobre o botão 2σ . À direita tem-se a simulação do lançamento de partículas entre duas placas paralelas carregadas.

Descritores de ensino

Pêndulo, linhas de força de um campo elétrico, densidade superficial de carga, campo elétrico uniforme entre duas placas paralelas, forças (elétrica, peso, tração), diferença de potencial, capacitores, trajetória, velocidade, aceleração, lançamento de partículas em um campo elétrico uniforme.

Contextualização de dispositivos eletrostático (máquina de xerox, selecionador eletrostático de partículas, impressão a jato de tinta).

Os próximos painéis fazem parte do simulador III, com 7 slides, em que incluem simulações sobre o campo elétrico. Sobre esse tema de ensino é recomendável usar todas as simulações do simulador III na exposição da aula sobre o conteúdo. Além disso, recomenda-se que a sala de aula seja organizada de modo que os alunos possam estar em dupla para assistir a aula.

Painel 7-Simulação H- O campo elétrico

Simulação H- O campo elétrico	
<p>Descrição: trata-se de uma simulação em que apresenta uma carga puntiforme Q no espaço em que há inclusão de cargas elétricas de prova e observa-se simula o efeito do campo elétrico. As cargas de prova estão fora de escala.</p> <p>Interação: a simulação se inicia ao deixar posicionado a seta do <i>mouse</i> sobre os um dos botões intitulado “carga de prova”. Na simulação aparece a representação padronizada de coordenadas espaciais.</p>	
<p>Nota: cena da simulação no momento em que a seta do mouse está sobre o botão “carga de prova”.</p>	
<p>Descritores para o ensino</p>	<p>Carga de prova, carga puntiforme, campo elétrico</p>

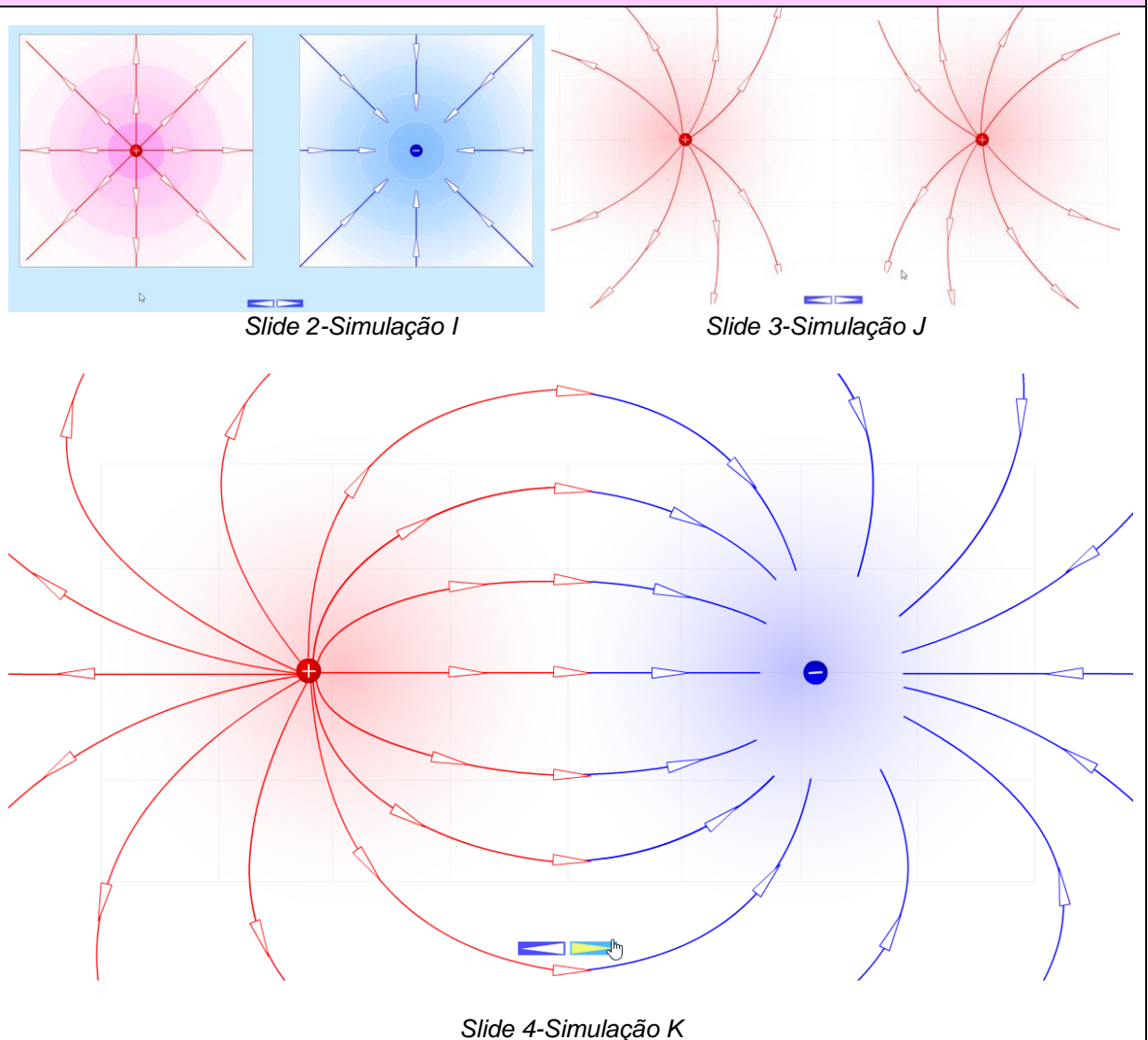
Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

Painel 8-Simulação I, J, K- Linhas de força de campos elétricos

Simulação I,J,K- Linhas de força de campos elétricos

Descrição: as simulações do *slide* 2,3 e 4 apresentam simulações de linhas força de campos elétricos para uma carga puntiforme positiva e negativa (*slide* 2), entre duas cargas elétricas de sinais iguais (*slide* 3) e diferentes (*slide* 3)

Interação: não há interação, pois apresenta a animação e instantânea dos fenômenos.



Nota: cena dos *slides* 2,3 e 4 da animação simulada.

Descritores para o ensino	Vetor campo elétrico, campo elétrico de afastamento, campo elétrico de aproximação, linhas de força do campo elétrico.
---------------------------	--

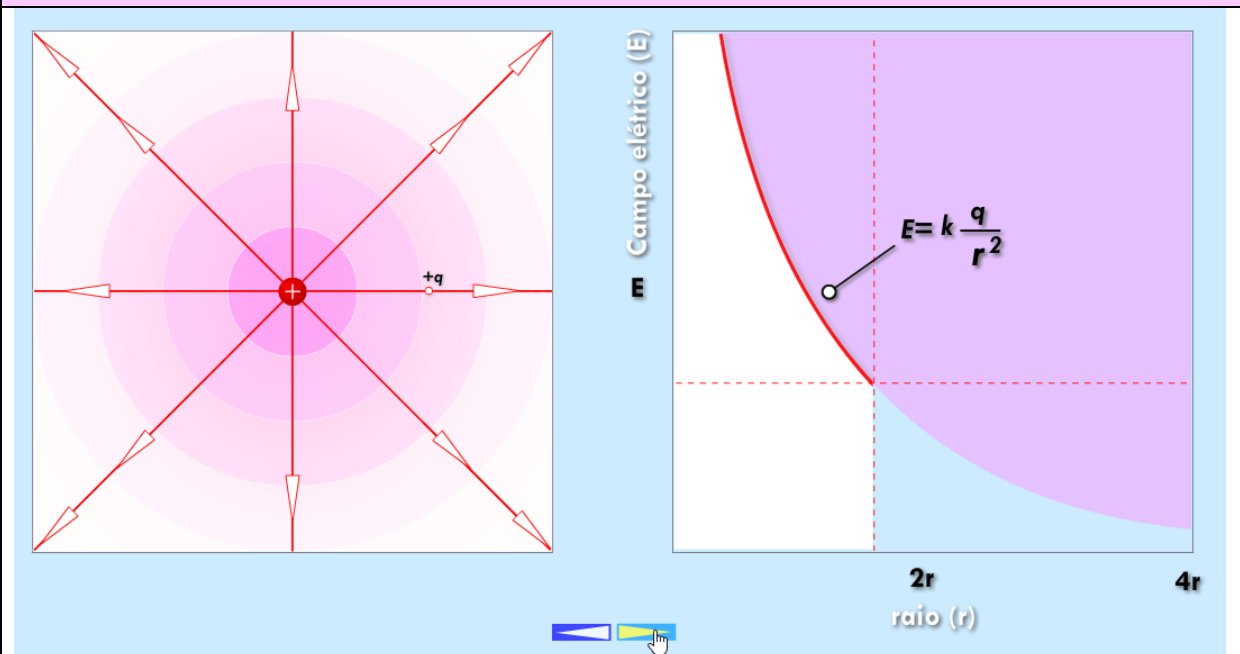
Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

Painel 9-Simulação L- Gráfico do módulo do módulo do campo elétrico em função da distância

Simulação L- Simulação L- Gráfico do módulo do módulo do campo elétrico em função da distância

Descrição: trata-se de uma animação simulada que apresenta uma carga elétrica puntiforme positiva e a animação da intensidade do módulo do campo elétrico diminuído com a distância no gráfico. Na animação incluiu-se uma carga de prova na horizontal e descreve-se o efeito do campo sobre ela produzindo uma aceleração.

Interação: não há.



Nota: cena do slide 5 sobre o módulo do campo elétrico no gráfico.

<p>Descritores para o ensino</p>	<p>Vetor campo elétrico, carga de prova, linhas de força do campo elétrico, módulo do campo elétrico, aceleração, velocidade, equação fundamental da dinâmica, superfície equipotencial^a.</p>
----------------------------------	--

Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

^aNota: na hipótese que um aluno pergunte o que são os círculos em torno da carga positiva, explique que são superfícies equipotenciais, comente brevemente sobre potencial elétrico. Em seguida passe para a simulação M, N e O (Painel 10).

Painel 10-Simulação M, N , O- Campo elétrico de várias cargas puntiformes

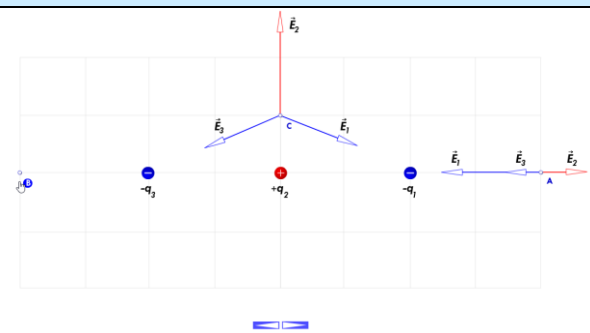
Simulação M, N, O- Campo elétrico de várias cargas puntiformes

Descrição: trata-se de uma sequência dos *slides* 6 e 7 que envolve a simulação da projeção do vetor campo elétrico em um determinado ponto. No slide 6 apresenta dois arranjos de cargas: o arranjo da esquerda simula a representação do vetor campo elétrico de duas cargas (positiva e negativa) no ponto “P” e o arranjo da direita simula a projeção do vetor de várias cargas elétricas sobre o ponto “P”.

Interação: no slide 6 ocorre na projeção vetorial clicando sobre as partículas e próximo ao ponto e/ou na direção do campo elétrico resultante. No slide 7 a interação ocorre clicando-se sobre os pontos (A, B, C) para a projeção instantânea dos vetores.



Slide 6 – simulação M e N



Slide 7-Simulação O

Nota: no slide 6: cena da simulação M e N. A simulação M à esquerda apresenta o instante em que o cursor do *mouse* está sobre a direção e o sentido do vetor campo elétrico. O arranjo da direita é a simulação N que complementa mais sobre a simulação vetorial do campo elétrico para várias cargas. O slide 7 apresenta a cena no instante que se clicou no ponto para projetar o vetor campo elétrico que as três cargas elétricas exercem no ponto.

Descritores para o ensino	Vetor campo elétrico, carga elétrica pontual, módulo do campo elétrico, campo elétrico resultante.
---------------------------	--

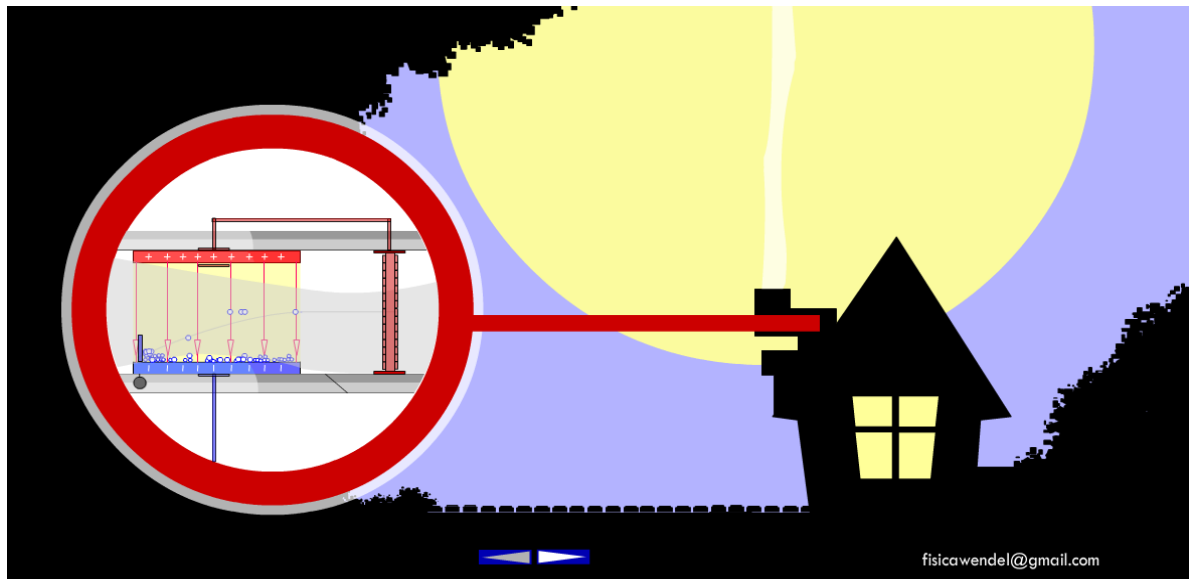
Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

O simulador IV diz respeito a uma aplicação de dispositivo eletrostático: o precipitador eletrostático. Recomenda-se usá-lo após a apresentação do conceito de campo elétrico. Essa simulação é útil para contextualizar com tecnologias que adotam fenômenos eletrostáticos. Além disso ele ainda é útil para promover uma apresentação sobre o conteúdo de ensino sobre capacitor eletrostático (cf. outros descritores de ensino no painel 11)

Painel 11-Simulação P- Simulador de um precipitador eletrostático

Simulação P- Simulador de um precipitador eletrostático¹

Descrição: trata-se de uma simulação animada de um precipitador eletrostático. A visualização dele é de perfil no plano 2D. Nela aparece partículas se deslocando sendo induzidas e sujeitas a ação de um campo elétrico uniforme produzido por duas placas paralelas e carregadas. Para conhecimento, nela as duas placas estão carregadas conectadas a uma fonte de tensão. Logo abaixo da placa carregada negativamente apresenta um mecanismo para abrir (cf. o corte na diagonal). Da placa positiva está ligada a uma grade em que passam as partículas.



Nota: tela da animação do precipitador eletrostático

<p>Descritores para o ensino</p>	<p>Capacitor, diferença de potencial, linhas de campo elétrico uniforme, aceleração, velocidade, trajetória, transferência de calor, dispositivo eletrostático.</p>
----------------------------------	---

Fonte: elaborado pelo autor. Ilustração própria.

¹ REGO, Wendel Ricardo de Souza et al. Simulação Computacional de Precipitador Eletrostático: uma sequência investigativa. In: **Anais do I Fórum de Educação, Saúde e Meio Ambiente no Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (IFESMA)**. South American Journal of Basic Educations, Technical and Technological, v.4, (SUPLEMENTO II) n.1(S2), 2017. ISSN: 24446-4821.

SIMULADOR I

RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. **Distribuição das simulações e identificação do contexto de temas para o ensino da eletrostática: simulador I.** In: RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. Simulação computacional em flash de fenômenos físicos da eletrostática. 2018. 184f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física)- Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Rio Branco, 2018. P. 181.

fisicawendel@gmail.com



SIMULADOR II

RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. **Distribuição das simulações e identificação do contexto de temas para o ensino da eletrostática: simulador II.** In: RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. Simulação computacional em flash de fenômenos físicos da eletrostática. 2018. 184f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física)- Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Rio Branco, 2018. P. 181.

fisicawendel@gmail.com



SIMULADOR III

RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. **Distribuição das simulações e identificação do contexto de temas para o ensino da eletrostática: simulador III.** In: RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. Simulação computacional em flash de fenômenos físicos da eletrostática. 2018. 184f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física)- Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Rio Branco, 2018. P. 181.

fisicawendel@gmail.com



SIMULADOR IV

**SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE
PRECIPITADOR ELETROSTÁTICO**

RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. **Distribuição das simulações e identificação do contexto de temas para o ensino da eletrostática: simulador IV.** In: RÊGO, Wendel Ricardo de Souza. Simulação computacional em flash de fenômenos físicos da eletrostática. 2018. 184f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional no Ensino de Física)- Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), Rio Branco, 2018. P. 181.

Agradecimentos especiais pela construção da Sequência Investigativa: ao prof. Dr. Marcelo Castanheira da Silva (MNPEF/UFAC) e aos colegas da sala: Helison Matos da Cunha, Israel Herôncio Rodrigues de Oliveira Hadad, Hemila Suelem Souza de Oliveira, Lorivaldo de Oliveira Santos, Antonio Tadeu Rodrigues, Edilúcio Siqueira de Almeida Amorim.

REGO, Wendel Ricardo de Souza et al. **Simulação Computacional de Precipitador Eletrostático:** uma sequência investigativa. In: Anais do I Fórum de Educação, Saúde e Meio Ambiente no Ensino Básico, Técnico e Tecnológico (IFESMA). South American Journal of Basic Educations, Technical and Technological, v.4, (SUPLEMENTO II) n.1(S2), 2017. ISSN: 24446-4821.

