

## **Apêndice B**

### **Apêndice B – Produto Educacional**



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



**SILVANA DA SILVA COSTA**

**PRODUTO EDUCACIONAL:**  
**INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA NO**  
**ESTUDO DA INTERAÇÃO DE CARGAS ELÉTRICAS NO ENSINO MÉDIO**

Rio Branco, Acre

Abril-2020

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



**PRODUTO EDUCACIONAL: INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA NO ESTUDO DA INTERAÇÃO DE CARGAS ELÉTRICAS NO ENSINO MÉDIO**

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

Orientador (a): Prof. Dr. Francisco Eulálio Alves dos Santos

Rio Branco, Acre.  
Abril-2020

## Sumário

Apêndice B.....	9
1 PRODUTO EDUCACIONAL .....	5
1.1 Introdução .....	5
1.2 Pergunta da Pesquisa.....	5
1.3 Formulação de Hipótese: .....	5
1.4 Objetivo Geral .....	5
1.5 Objetivos Específicos.....	5
1.6 Apresentação do produto educacional - sequencia didática .....	5
2 Apêndice .....	8
AP. 1- Sequencia didática 1 .....	8
AP. 2- Sequencia didática 2 .....	20
3 Anexo.....	9
Anexo 1: Slide sobre carga elétrica .....	9
Anexo 2: Roteiro de aula prática .....	23
Anexo 3 :Estudo dirigido .....	24



## 1 PRODUTO EDUCACIONAL

### 1.1 Introdução

Na perspectiva que as escolas, através de suas equipes pedagógicas e de professores, estão sempre em busca e desenvolvendo novas estratégias para o processo de ensino e aprendizagem e, que essas estratégias apresentem resultados para reduzir o percentual da retenção e da evasão escolar, é que esperamos poder contribuir para o aprimoramento da prática pedagógica e para o cumprimento das diretrizes estabelecidas nos PCNs que recomenda a implementação da interdisciplinaridade como mecanismo para ampliar as inúmeras possibilidades de interação entre as disciplinas e entre as áreas nas quais as disciplinas venham a ser agrupadas.

As estratégias proposta da sequência didática são previstas para serem desenvolvidas em dois semestres letivos, visão motivar os professores e os alunos para uma prática pedagógica que contemple a integração dos conhecimentos específicos e, que a partir dessa integração, os alunos possam despertar seu interesse pelo conhecimento científico e tecnológico como também pelas demais áreas do conhecimento que compõem a grade curricular.

A Sequência didática, para promover a interdisciplinaridade da física com a matemática, foi desenvolvida em uma escola estadual, previamente selecionada, trata de uma proposta que foi aprimorada com a colaboração e a participação dos professores de física e matemática.

## 1.2 Pergunta da Pesquisa

- Quais desafios encontrados para executar aulas interdisciplinares?

## 1.3 Formulação de Hipótese:

Embora os PCNs recomendem que na nova proposta do ensino médio as disciplinas sejam ministradas de forma que contemplem as três grandes áreas e a sua integração através da interdisciplinaridade, o que vem se observando no decorrer dos anos, é que ainda existem bastantes dificuldades e, até resistências, que não permitem que os professores elaborem seus planos de curso e de aulas sem contemplar à interlocução com as demais áreas do conhecimento constante da proposta curricular das séries em que ministram suas aulas.

## 1.4 Objetivo Geral

Propor um procedimento metodológico para promover a interdisciplinaridade entre física e matemática em uma turma de terceiro ano do ensino médio.

## 1.5 Objetivos Específicos

- Realizar uma proposta interdisciplinar entre Física e matemática;
- Identificar as concepções de interdisciplinaridade ao longo da construção do ensino aprendizagem de Física e matemática;
- Constatar as dificuldades enfrentadas pelos professores e alunos para que realize a interdisciplinaridade nas disciplinas em foco.

## 1.6 Apresentação do produto educacional - sequencia didática

O termo SD surgiu em 1996, nas instruções oficiais para o ensino de línguas na França, quando pesquisadores viram a necessidade de superação da compartimentalização dos conhecimentos no campo de ensino de línguas. Para Dolz



& Schneuwly (2004), as sequencias devem ser compreendidas como um conjunto de atividades planejadas, de maneira sistemática.

Para Moretto (2007), planejar é organizar ações. Essa é uma definição simples, mas que mostra uma dimensão da importância do ato de planejar, uma vez que o planejamento deve existir para facilitar o trabalho tanto do professor como do aluno. Por conseguinte, a concepção das operações necessárias ao ato de ensinar requer a uma organização das ideias e informações.

Assim, a sequência didática, são metodologias para alcançar os objetivos esperados. Zabala (1998), afirma que sequenciar atividades de ensino, é uma estratégia adotada que possibilita analisar as diferentes formas de intervenção para atingir os objetivos. As sequências podem indicar a função que tem cada uma das estratégias na possibilidade da aquisição de uma aprendizagem. “Uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática” (ZABALA, 1998, p. 20).

Estratégia adotada pela teoria educacional de David Ausubel (2002) afirmando que para aquisição e retenção da aprendizagem significativa o professor deve identificar os conhecimentos prévios dos alunos, elaborar um material potencialmente significativo e aplica-lo, dando início ao ciclo de interações entre os novos conteúdos e estrutura cognitiva do aluno em que se dá a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora e, posteriormente, buscando assim observar se há indício de aprendizagem significativa.

A Sequência didática, para promover a interdisciplinaridade da física com a matemática trata-se de uma proposta em construção que deverá ser aprimorada com a colaboração e a participação dos professores de física, matemática que lecionam nas primeiras séries do ensino médio. Na perspectiva que as escolas, através de suas equipes pedagógicas e de professores, estão sempre em busca e

desenvolvendo novas estratégias para o processo de ensino e aprendizagem e, que essas estratégias apresentem resultados para refletir as dificuldades relacionadas.

A sequência didática está dividida em 10 aulas de aproximadamente 50 minutos cada aula, e com isso, os conteúdos introdutórios a carga elétrica, Força elétrica entre duas cargas elétricas, campo elétrico em torno de uma carga elétrica serão explanados nas aulas.

## 2 Apêndice

AP. 1- Sequencia didática 1

### SEQUÊNCIA DIDÁTICA

<b>CURSO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO</b>		
<b>NÚCLEO: Base Nacional Comum</b>		
<b>ÁREAS DE CONHECIMENTO E/OU TEMÁTICAS: Ciências da Natureza</b>		
<b>DISCIPLINAS/COMPONENTES CURRICULARES: Física</b>		<b>CARGA HORÁRIA: 200 minutos</b>
<b>MEDIADORA: Silvana da Silva Costa</b>		
<b>COMPETÊNCIA: Compreender fenômenos e teorias da Física em uma situação ou problema e reconhecendo seu papel na vida humana, valorizando o exercício da cidadania no uso consciente da Física.</b>		
<b>Habilidades (Saber/fazer)</b>	<b>Bases Científicas e Tecnológicas/Conteúdo (Saber/saber)</b>	<b>Valores e Atitudes (Saber Ser/Conviver)</b>

<p>• <b>Ampliar a compreensão dos modelos microscópicos da matéria, reconhecendo suas condições de aplicação e utilizando-os na análise de situações concretas</b></p> <p>• <b>Frente a uma situação ou problema concreto que envolva o Eletromagnetismo, identificar as grandezas elétricas relevantes, estabelecendo relação entre elas e utilizando a conservação da energia e da carga elétrica em sua análise.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Modelos atômicos na explicação de fenômenos envolvidos na emissão de luz e na interação da radiação com a matéria;</li><li>• Carga elétrica como propriedade da matéria responsável pelos fenômenos elétrico (quantização, tipos de eletrização e conservação);</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Valorizar ações e ideias do próximo;</li><li>• Ser dinâmico, observador, proativo e comunicativo;</li><li>• Saber ouvir e ter sensibilidade.</li><li>• Ser crítico, agindo, pensando e refletindo a sua ação;</li></ul>
---	---	---

## Método

### Bases Científicas e Tecnológicas/Conteúdo:

- Modelos atômicos na explicação de fenômenos envolvidos na emissão de luz e na interação da radiação com a matéria.

01/04/2019 a  
05/04/2019

100min

### Habilidade:

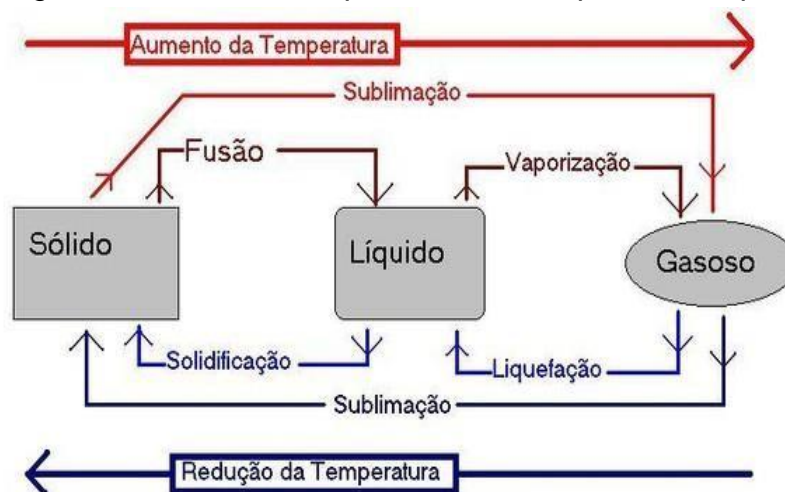
- Ampliar a compreensão dos modelos microscópicos da matéria, reconhecendo suas condições de aplicação e utilizando-os na análise de situações concretas .

### Tempo da Atividade

15min.

### Procedimentos Metodológicos

- Iniciar a aula, verificando os conhecimentos prévios com as seguintes perguntas:
  - Estudamos na Química as transformações da Matéria. Conforme, a química, o que é uma Matéria, do que ela é constituída? Quais são os estados da Matéria e suas fases. Podendo até pedir ajudar para desenhar o esquema no quadro, abaixo inserido o esquema. Indagando os alunos, é importante deixar que eles respondam com suas próprias palavras.

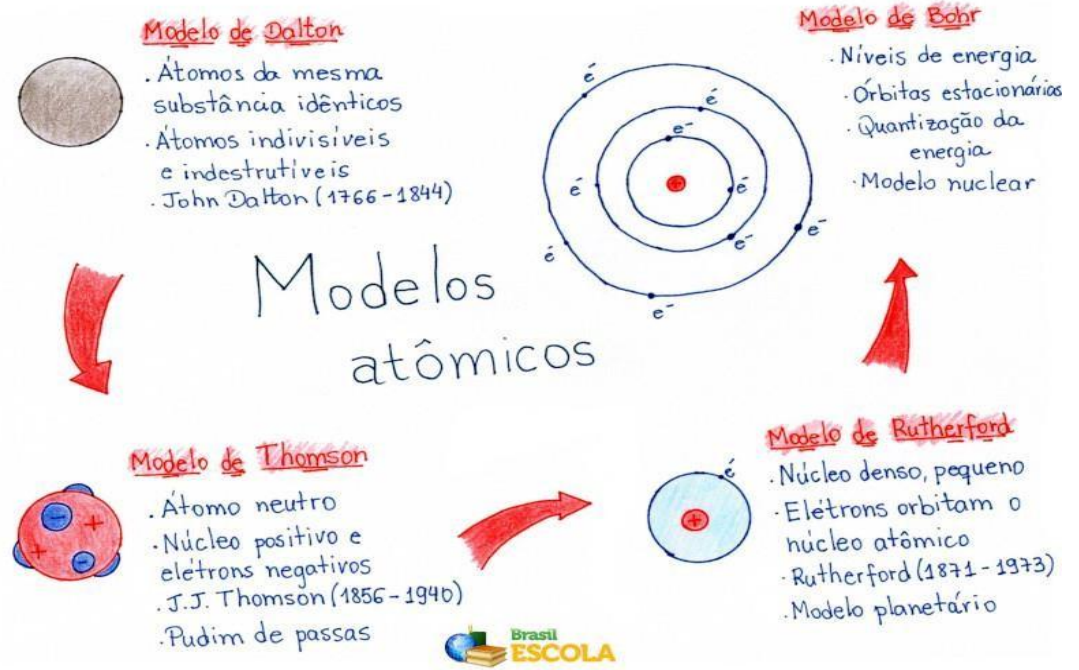


50 min

- ✚ Retornar a um questionamento do que é constituída a Matéria, forma popular, do que é feita as coisas?
- ✚ Com isso Iniciar uma História muito importante para o estudo da Eletricidade, conteúdo base do plano anual do 3º ano: **Modelos atômicos e seus criadores.**
- ✚ Será escrito no quadro em tópicos os modelos atômicos e seus criadores para que os alunos acompanhem a explicação.
  - Demócrito e Leucipo (450 a.C.)
  - Dalton- Modelo Bola de Bilhar

- Thomson- Pudim de passas
- Rutherford- Núcleo e Eletrosferas
- Rutherford-Borh

✚ E ao longo da explicação fazer um mapa mental, como o inserido abaixo:



Fonte: Modelos atômicos, Brasil Escola

10min

✚ Com isso, questionar os alunos se o modelo atômico de Rutherford- Bohr não recorda o sistema solar? Aproveitar e os impulsionar a recordar os planetas do nosso sistema solar. Que são: Marte, Urano, Mercúrio, Netuno, Saturno, Júpiter, Vênus, Terra.

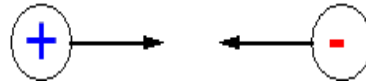
25 min

✚ Explicar de forma detalhada a estrutura do átomo e classificar o que são:

- os elétrons;
- os prótons;
- os nêutrons



✚ E falar sobre atração e repulsão elétrica:



Fonte: Física Conceitual, Paul G. Hewitt, pág. 373.

<b>Almoxarifado (Material Permanente e de Consumo)</b>	<b>Espaço Didático</b>
-Apagador - quadro - pincel.	- Sala de aula.

<b>Método</b>		
<b>Bases Científicas e Tecnológicas/Conteúdo:</b> ✚ Carga elétrica como propriedade da matéria responsável pelos fenômenos elétricos (quantização, tipos de eletrização e conservação);	<b>Data:</b>	<b>C/H diária:</b>
<b>Habilidade:</b> ✚ Frente a uma situação ou problema concreto que envolva o Eletromagnetismo, identificar as grandezas elétricas relevantes, estabelecendo relação entre elas e utilizando a conservação da energia e da carga elétrica em sua análise.	<b>08/04 a 12/04</b>	100min
<b>Tempo da Atividade</b>	<b>Procedimentos Metodológicos</b>	
20 min	✚ Retornar os conteúdos dados na aula passada. Perguntando se eles se recordam os modelos atômicos estudados, como é a estrutura atômica e qual modelo aceitável na atualidade (essa aula continuará sendo teórica com apresentação de um slide básico que explique o que é uma carga elétrica e sua quantização)	

50 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Após a explicação, teremos uma aula prática, para que observe os fenômenos que ocorre.</li> <li>✚ A pratica será da seguinte maneira: Será realizada de forma individual, com seu material e passarei um roteiro com os procedimentos.</li> </ul> <p><b>1º passo:</b> Pegue uma caneta esferográfica e corte alguns pedaços de papel bem pequeno. Agora atrite a parte de trás da caneta em seu cabelo e depois aproxime a parte atritada aos pedaços de papel.</p> <p><b>2º passo:</b> Anote o que você observou. Você pode explicar o que aconteceu?</p> <p><b>3º Eletrização com o canudo plástico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguramos o canudo</li> <li>- Envolvermos o canudo com um pedaço de papel toalha e pressionamos Firmemente o papel o contra o canudo</li> <li>- Friccionamos firmemente o papel toalha contra o canudo</li> <li>- Colocamos o canudo contra uma parede</li> </ul> <p><b>4º Anote no seu caderno o que observou e por que esse fenômeno ocorreu?</b></p> <p><b>5º Pedir que os alunos repitam este processo em um lugar aberto, que pode ser no refeitório e que refaça as mesmas anotações anteriores.</b></p>
10min	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Pedir que eles façam um relato de sua experiência(escrito).</li> </ul>
20 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Fazer uma roda de conversa: que aqueles que quiserem expor seus relatos, sintam-se à vontade! Com isso, explicar e ajuda-los a compreender o fenômeno ocorrido.</li> </ul>

<b>Almoxarifado (Material Permanente e de Consumo)</b>	<b>Espaço Didático</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>-Pincel</li><li>-apagador</li><li>-quadro</li><li>-impressão</li><li>-canudo</li><li>-papel higiene</li><li>- data show</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sala de aula e pátio da escola</li></ul>

### Avaliação da Aprendizagem

Saber avaliado/ Habilidade	Fonte	Critério	Indicador	Mensuração
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ampliar a compreensão dos modelos microscópicos da matéria, reconhecendo suas condições de aplicação e utilizando-os na análise de situações concretas</li>   <li>• Frente a uma situação ou problema concreto que envolva o Eletromagnetismo, identificar as grandezas elétricas relevantes, estabelecendo relação entre elas e utilizando a conservação da energia e da carga elétrica em sua análise.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participação, roda de conversa, aula prática.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Associação de ideias relevantes e convincentes de resolução ao problema apresentado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhecer conceitos referentes Eletrostática</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Relato valerá visto.</p>

## Referências

SILVA, Domiciano Correa Marques da. "Modelos atômicos"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/modelos-atomicos.htm>. Acesso em 27 de março de 2019.

PAULA, Camila Salgado de. "Constituição e transformações da matéria"; Educação. Química. Disponível em: <http://educacao.globo.com/quimica/assunto/materiais-e-suas-propriedades/constituicao-e-transformacoes-fisicas-da-materia.html>. Acesso em 27 de Março de 2019.

BISQUOLO, Paulo Augusto. "Eletrização por atrito, contato e indução"; Educação. Uol. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/fisica/eletrizacao-eletrizacao-por-atrito-contato-e-inducao.htm>. Acesso em 28 de Março de 2019.

FILHO, Arnaldo Brasílio. "Física eletrizante"; Portal do Aluno. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=1498>. Acesso em 28 de Março de 2019.

AP. 2- Sequencia didática 2

CURSO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO		
<b>NÚCLEO:</b> Base Nacional Comum		
<b>ÁREAS DE CONHECIMENTO E/OU TEMÁTICAS:</b> Ciências da Natureza		
<b>DISCIPLINAS/COMPONENTES CURRICULARES:</b> Física		<b>CARGA HORÁRIA:</b> 300 minutos
<b>MEDIADORES:</b> Silvana da Silva Costa		
<b>COMPETÊNCIA:</b> Compreender fenômenos e teorias da Física em uma situação ou problema e reconhecendo seu papel na vida humana, valorizando o exercício da cidadania no uso consciente da Física.		
<b>Habilidades (Saber/fazer)</b>	<b>Bases Científicas e Tecnológicas/Conteúdo (Saber/saber)</b>	<b>Valores e Atitudes (Saber Ser/Conviver)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar as condições que levam ao estabelecimento da corrente elétrica em um sistema físico, identificando grandezas relevantes para sua caracterização e sua interação com campo elétrico;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carga elétrica como propriedade da matéria responsável pelos fenômenos elétricos (quantização, tipos de eletrização e conservação);</li> <li>Intensidade da força elétrica entre duas cargas (lei de Coulomb);</li> <li>Conceito de campo elétrico e o caráter vetorial do mesmo;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valorizar ações e ideias do próximo;</li> <li>Ser dinâmico, observador, proativo e comunicativo;</li> <li>Saber ouvir e ter sensibilidade;</li> <li>Ser crítico, agindo, pensando e refletindo a sua ação;</li> </ul>

Método		
<b>Bases Científicas e Tecnológicas/Conteúdo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Carga elétrica como propriedade da matéria responsável pelos fenômenos elétricos (processos de eletrização)</li> </ul>	<b>DATA:</b> 29/04 a 03/05	<b>C/H</b> 100min

<b>Habilidade:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Investigar as condições que levam ao estabelecimento da corrente elétrica em um sistema físico, identificando grandezas relevantes para sua caracterização e sua interação com campo elétrico;</li> </ul>	
<b>Tempo da Atividade</b>	<b>Procedimentos Metodológicos</b>
10 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ A aula será iniciada com a retomada da aula prática sobre a eletrização, onde serão feitas algumas perguntas que os façam recordar o fenômeno ocorrido) Como:             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Quais procedimentos realizados na prática de atritação do canudo com o papel e por qual razão o canudo grudou no quadro branco?</li> <li>2. E por que, ao atritar a caneta no cabelo ela atraiu pedaços de papéis?</li> </ol> </li> </ul>
30 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ A partir da discussão realizada, será apresentado um vídeo que explica o fenômeno acontecido: “Eletrização por atrito, contato e indução”.</li> <li>✚ Na sequência será explanada as características de cada processo de eletrização e quando ocorrem, através de uma apresentação em PowerPoint com esquemas e diagramas.</li> </ul>
20 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Após a explicação, será entregue uma apostila a cada aluno, para que eles possam refazer a leitura dos conceitos e construir um mapa conceitual. Aqueles que não souberem, será o momento de ensiná-los a fazer um mapa conceitual, orientando-os também a como usá-lo para ajudar nos estudos de Física.</li> </ul>
40 min	<ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Ao final, pedir que determinem soluções aos problemas propostos na última folha, referentes às bases científicas estudadas em sala.</li> </ul>
<b>Recursos didáticos</b>	
<b>Almoxarifado (Material Permanente e de Consumo)</b>	<b>Espaço Didático</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagador</li> <li>- Multimídia</li> <li>- Impressão</li> <li>- Quadro</li> <li>- Pincel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de aula</li> </ul>



## Método

### Bases Científicas e Tecnológicas/Conteúdo:

- Intensidade da força elétrica entre duas cargas (lei de Coulomb);

Data:

06/05 a  
10/05

C/H diária:

100min

### Habilidade:

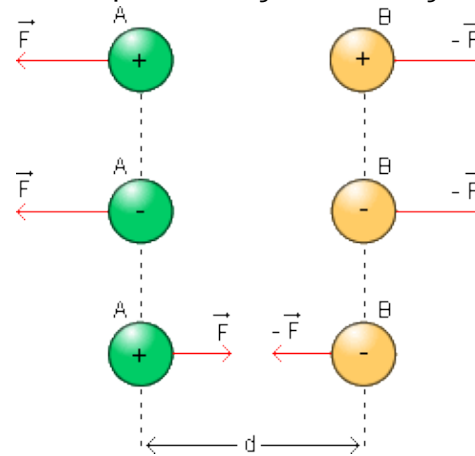
- Investigar as condições que levam ao estabelecimento da corrente elétrica em um sistema físico, identificando grandezas relevantes para sua caracterização e sua interação com campo elétrico;

### Tempo da Atividade

30 min.

### Procedimentos Metodológicos

- Iniciar com os alunos lembrando a frase “os opostos se atraem” e a ideia que vem da Física que diz: entre os corpos há um par de **forças de repulsão**; por outro lado, quando os corpos têm cargas de **sinais opostos**, há entre eles um par de **forças de atração**.



(Fig. 1)

Com isso, em qualquer caso, o módulo das forças é dado por uma equação, obtida pelo cientista francês Charles Augustin de **Coulomb** (1736 - 1806):

$$F = k \frac{|Q_A| \cdot |Q_B|}{d^2}$$

Onde:  $Q_A$  e  $Q_B$  são as cargas dos corpos A e B e K é uma constante.

De acordo com a **lei da Ação e Reação**, a força que B faz em A ( $\vec{F}$ ) tem a mesma intensidade da força que A faz em B ( $-\vec{F}$ )

Da equação tiramos:

$$F = k \frac{|Q_A| \cdot |Q_B|}{d^2} \Rightarrow k = \frac{F d^2}{|Q_A| \cdot |Q_B|}$$

Assim, no Sistema Internacional, a unidade de k é:

$$\text{N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

Ou:

$$\text{n} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \text{ ou } \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

O valor de k depende do meio em que se encontram os corpos. No vácuo temos:

$$k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

Consideremos dois corpos de cargas  $Q_A$  e  $Q_B$  (de tamanhos desprezíveis). Mantendo fixos os valores das cargas e variando apenas a distância d, a partir da equação:

$$F = k \frac{|Q_A| \cdot |Q_B|}{d^2}$$

Percebemos que o gráfico de F em função de d tem o aspecto da Fig. 2

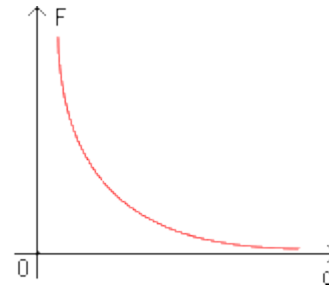


Fig. 2

Além das forças elétricas, existe também, entre dois corpos A e B, um par de forças gravitacionais de atração (Fig. 3). No estudo da gravitação vimos que o módulo dessas forças é dado por:

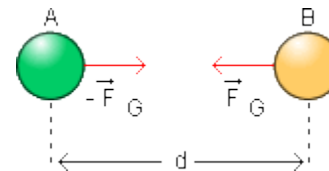


Fig. 3

$$F = G \frac{m_A \cdot m_B}{d^2}$$

30 min

✚ Após a explicação, ensinar aos alunos como determinar o módulo da força entre duas cargas a uma certa distância, com exemplos no quadro.

- Exemplo 1

-> Calcule a força de atração de duas cargas elétricas  $Q_1 = -2 \times 10^{-6} \text{ C}$  e  $Q_2 = 7 \times 10^{-5} \text{ C}$  no vácuo, sabendo que a constante elétrica do vácuo é de  $9 \times 10^9 \text{ N m}^2/\text{C}^2$  e que a distância entre essas cargas é de 1 metro?

$$F = K \times \frac{|Q_1| \times |Q_2|}{d^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{|-2 \times 10^{-6}| \times |7 \times 10^{-5}|}{1^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{14 \times 10^{-11}}{1}$$

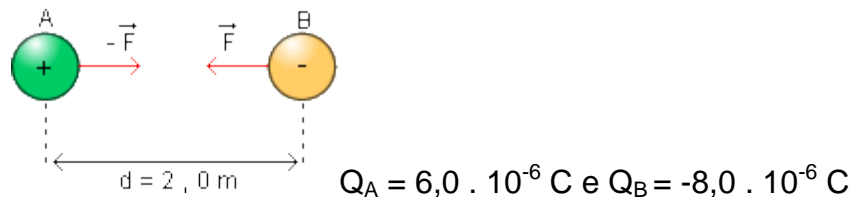
$$F = 126 \times 10^{-2} \text{ N}$$

$$F = 1,26 \text{ N}$$

<https://comocalcular.com.br/exercicios/exercicios-de-forca-eletrica-resolvidos/>

- Exemplo 2

-> Dois corpos A e B, de tamanhos desprezíveis, estão separados por uma distância  $d = 2,0 \text{ m}$  e têm cargas:





Calcule o módulo das forças de atração entre os corpos.

**Resolução**

$$F = k \frac{|Q_A| |Q_B|}{d^2}$$

$$F = (9,0 \cdot 10^9) \cdot \frac{(6,0 \cdot 10^{-6}) (8,0 \cdot 10^{-6})}{(2,0)^2}$$

$$F = \frac{(9,0) (6,0) (8,0)}{4,0} \cdot (10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-6})$$

$$F = 108 \cdot 10^{-3}$$

$$\mathbf{F = 0,108\ N \cong 0,11\ N}$$

- Exemplo 3

-> Calcule a força de atração entre duas cargas elétricas  $Q_1 = -5 \times 10^{-6}\ \text{C}$  e  $Q_2 = 8 \times 10^{-7}\ \text{C}$  no vácuo, sabendo que a constante elétrica do vácuo é de  $9 \times 10^9\ \text{N m}^2/\text{C}^2$  e que a distância entre essas cargas é de 0,8 metro?

$$F = K \times \frac{|Q_1| \times |Q_2|}{d^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{|-5 \times 10^{-6}| \times |8 \times 10^{-7}|}{0,8^2}$$

$$F = 9 \times 10^9 \times \frac{40 \times 10^{-13}}{0,64}$$

$$F = 9 \times 10^9 \times 62,5 \times 10^{-13}$$

$$F = 562,5 \times 10^{-4} \text{ N}$$

$$F = 0,05625 \text{ N}$$

40 min

✚ Passar um estudo dirigido onde as atividades serão resolvidas e discutidas passo a passo, ou seja, a solução será descrita no caderno e será avaliada por 0,5 pontos (realizada em dupla.)

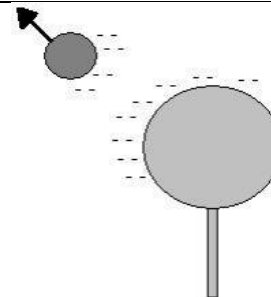
**Almoxarifado  
Permanente** (Material  
e de

**Espaço Didático**

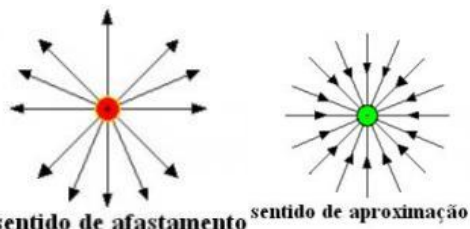
<b>Consumo)</b>	
- Pincel e Apagador. - Quadro. - Impressão. - Canudo. - Papel Higiene. - Data Show.	- Sala de aula

<b>Método</b>		
<b>Bases Científicas e Tecnológicas/Conteúdo:</b> ✚ Conceito de campo elétrico e o carácter vetorial do mesmo;	<b>Data:</b> 13/05 a 17/05	<b>C/H</b> 100min
<b>Habilidade:</b> ✚ Investigar as condições que levam ao estabelecimento da corrente elétrica em um sistema físico, identificando grandezas relevantes para sua caracterização e sua interação com campo elétrico;		
<b>Tempo da Atividade</b>	<b>Procedimentos Metodológicos</b>	
10 min	✚ Iniciar a aula fazendo levantamento de conhecimentos prévios dos alunos referentes aos conceitos de campo. Para isso fazer a seguinte pergunta: 1. Por que a Terra atrai os corpos para sua superfície?	
30 min	✚ Com as respostas fazer uma analogia do campo elétrico com o campo gravitacional. <b>Vetor Campo Elétrico</b> O campo elétrico é definido como um vetor com mesma direção do vetor da força de interação entre a carga geradora $Q$ e a carga de prova $q$ e com mesmo sentido se $q>0$ e sentido oposto se $q<0$ . Interpretando esta unidade podemos concluir que o campo elétrico descreve o valor da força elétrica que atua por unidade de carga, para as cargas colocadas no seu espaço de atuação. É importante perceber que um campo elétrico só pode ser detectado a partir da interação do mesmo com uma carga de prova, se não existir interação com a carga significa que o campo não existe naquele local.	





Campo elétrico é um vetor assim vamos estudar a direção sentido e intensidade do campo.  
Quando o campo elétrico é criado em uma carga positiva ele, por convenção, terá um sentido de afastamento.  
Quando o campo elétrico é criado em uma carga negativa ele, por convenção, terá um sentido de aproximação.



Após a breve explicação passar um vídeo que fale sobre o vetor campo elétrico, por ser um conceito abstrato é necessário um conteúdo com imagem ou audiovisual.

Por fim, passar umas questões investigativas sobre o vídeo e realizar uma discussão.

20 min

⚡ Apresentar aos alunos como se determina o módulo do vetor campo elétrico em cada ponto e passar alguns exemplos que os ajudem a entender.

A intensidade de um campo elétrico  $E$ , sempre considerando a carga de prova puntiforme, pela fórmula:  $E=F/q$ , assim voltando para a definição de campo podemos dizer que ele dependerá diretamente a [força elétrica](#) entre as cargas e inversamente à carga de prova.

Unidades de campo elétrico.

$$[E]=[F]/[q]=N(\text{Newton})/C(\text{Coulomb})$$

Partindo de que:

$F=k \cdot |q_1| \cdot |q_2|/d^2$  e que  $E=Fq$ , após alguns cálculos chegamos que:

$$E=k|q_2|/d^2$$

Sendo que  $q_2$  é a carga que gera o campo elétrico,  $d$  a distância entre as cargas e  $k$  a constante elétrica do meio ( $9,0 \cdot 10^9$  unidades do SI).

Exemplos para determinar campo elétrico:

- Exemplo 1:

-> A intensidade do campo elétrico, num ponto situado a 3,0 mm de uma carga elétrica puntiforme  $Q = 2,7 \mu\text{C}$  no vácuo ( $k_0 = 9 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ ) é:

$$E = k_0 \cdot \frac{|Q|}{d^2}$$

$$E = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2,7 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-3})^2}$$

$$E = \frac{24,3 \cdot 10^3}{9 \cdot 10^{-6}}$$

$$E = 2,7 \cdot 10^9 \text{ N/C}$$

- Exemplo 2:

-> O campo elétrico criado por uma carga pontual, no vácuo, tem intensidade igual a  $9 \cdot 10^{-1} \text{ N/C}$ . Calcule a que distância  $d$  se refere o valor desse campo.

(dados:  $Q = -4 \text{ pC}$  e  $k_0 = 9 \cdot 10^9$  unidades SI).

	$E = k_0 \frac{ Q }{d^2}$ $d^2 = \frac{(9 \cdot 10^9) \cdot (4 \cdot 10^{-12})}{9 \cdot 10^{-1}}$ $d^2 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ $d = \sqrt{4 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ m} = \mathbf{0,2 \text{ m}}$
40 mm	<p>✚ Ao final, pedir que os alunos pesquisem a aplicação do campo elétrico no cotidiano e crie três situações - problemas para determinar o vetor campo elétrico. Este trabalho será entregue e valerá 1,0 ponto.</p>
<b>Almoxarifado (Material Permanente e de Consumo)</b>	<b>Espaço Didático</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apagador.</li> <li>- Multimídia.</li> <li>- Impressão.</li> <li>- Quadro.</li> <li>- Pincel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sala de aula.</li> </ul>

### Avaliação da Aprendizagem

Saber avaliado/ Habilidade	Fonte	Critério	Indicador	Mensuração
- Investigar as condições que levam ao estabelecimento da corrente elétrica em um sistema físico, identificando grandezas relevantes para sua caracterização e sua interação com campo elétrico;	- Síntese. - Roda de Conversa. - Estudo Dirigido. - Postura.	-- Associação de ideias relevantes e convincentes de resolução ao problema apresentado. -- Obtém e organiza dados para interpretar, comparar, criticar e tomar decisões. -- Saber elaborar uma síntese.	- Conhecer conceitos referentes a eletrostática - Observar e descrever fenômenos da natureza. - Retirou a mensagem central e associou as informações formando um novo texto.	- Estudo dirigido. (1,0 ponto) - Resenha investigativa do vídeo. (0,5 ponto) - Pesquisa e elaboração de situações problemas. (1,0 ponto)

### Referências

HELERBROCK, Rafael. "Lei de Coulomb"; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lei-coulomb.htm>. Acesso em 06 de abril de 2019.

Lei de Coulomb ; Educabras. Disponível em: [https://www.educabras.com/ensino\\_medio/materia/fisica/corrente\\_eletrica/aulas/lei\\_de\\_coulomb](https://www.educabras.com/ensino_medio/materia/fisica/corrente_eletrica/aulas/lei_de_coulomb) . Acesso em 06 de Abril de 2019.

Campo Elétrico (continuação)" em *Só Física*. Virtuoso Tecnologia da Informação, 2008-2020. Consultado em 06/04/2019 às 19:45. Disponível na Internet em <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrostatica/campo3.php>.

CARVALHO, Thomas. " Campo elétrico"; *Infoescola*. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/campo-eletrico/>. Acesso em 06 de Abril de 2019.



### 3 Anexo

Anexo 1: Slide sobre carga elétrica

Slide 1



## Slide 2

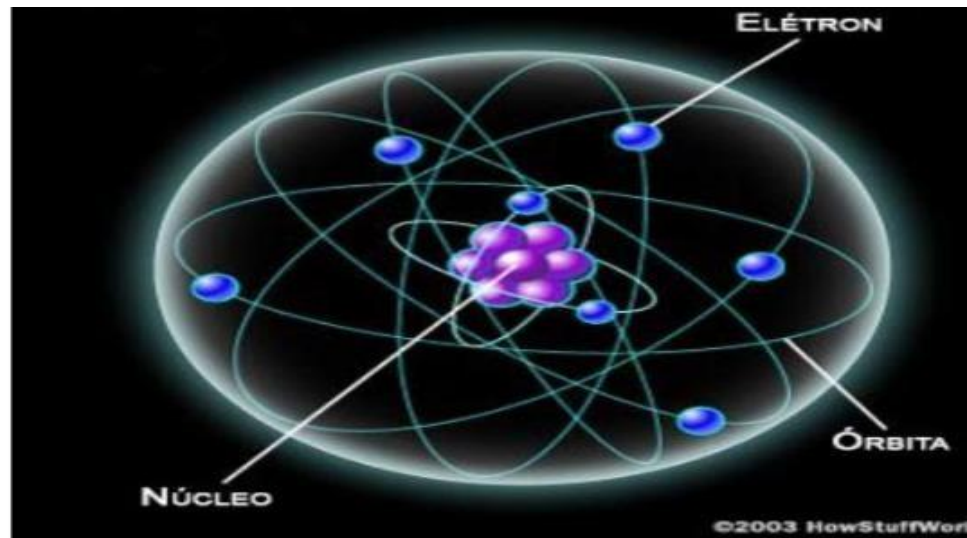
- A matéria é formada de pequenas partículas, os átomos. Cada átomo, por sua vez, é constituído de partículas ainda menores, os prótons, os elétrons e os nêutrons. Os prótons e os nêutrons localizam-se na parte central do átomo, e formam o núcleo. Os elétrons giram em torno do núcleo na região denominada eletrosfera. Os prótons e os elétrons apresentam uma importante propriedade física, a carga elétrica. A carga elétrica do próton e a do elétron têm a mesma intensidade, mas sinais contrários. A carga do próton é positiva e a do elétron, negativa.

### Slide 3

- Num átomo de cargas elétricas; o número de prótons é igual ao número de elétrons. O átomo é um sistema eletricamente neutro. Entretanto quando ele perde ou ganha elétrons, fica eletrizado. Eletrizado positivamente quando perde elétrons e negativamente quando recebe elétrons. No Sistema Internacional de Unidades, a unidade de medida de carga elétrica é o Coulomb (C)



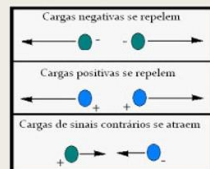
Slide 4



## Slide 5

# Princípios da Eletrostática

- Cargas elétricas de mesmo sinal se repelem;
- Cargas elétricas de sinais opostos se atraem.



## Slide 6

### Princípio da conservação das cargas

- Num sistema eletricamente isolado, a soma algébrica das quantidades de cargas positivas e negativas é constante.

## Slide 7

- Condutores elétricos: meios materiais nos quais as cargas elétricas movimentam-se com facilidade.
- Isolantes elétricos ou dielétricos: meios materiais nos quais as cargas elétricas não têm facilidade de movimentação.

Slide 8

**CONDUTORES E ISOLANTES**

**Condutores**  
Ouro  
Prata  
Cobre  
Alumínio  
Constantan  
Níquel-Cromo



The diagram shows a cross-section of a wire. The central part is a bundle of yellow fibers labeled 'condutor'. The outer part is a solid blue layer labeled 'isolante'.

**Isolantes**  
Borracha  
Madeira  
Plástico  
Cerâmica  
Vidro

Anhanguera

## Slide 9

### Eletrização de um corpo

O processo de eletrização de um corpo é semelhante ao de um átomo. Se num corpo o número de prótons for igual ao número de elétrons, dizemos que ele está neutro. Quando um corpo apresenta uma falta ou um excesso de elétrons, ele adquire uma carga elétrica  $Q$ , que é sempre um número inteiro  $n$  de elétrons, de modo que:

$$Q = n \cdot e$$

, sendo  $n$  um número inteiro.

**Portanto, um corpo pode ser:**

- a) *eletrizado positivamente: falta de elétrons*  $Q = + n \cdot e$
- b) *eletrizado negativamente: excesso de elétrons*  $Q = - n \cdot e$

## Eletrização de um corpo

- Quando há um desequilíbrio entre o número de elétrons e o número de prótons, o corpo está eletrizado.



## Slide 11

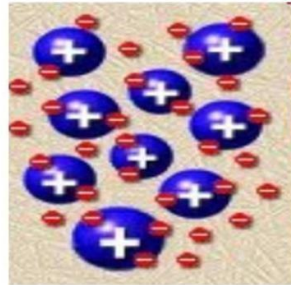
- Para que um corpo esteja carregado positivamente, é necessário que seus prótons estejam em maior número que os seus elétrons.





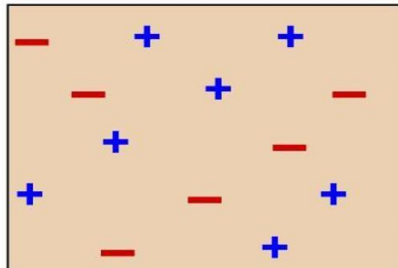
## Slide 12

- Para que um corpo esteja carregado negativamente é necessário que os seus elétrons estejam em maior número que seus prótons.



Slide 13

- Para que um corpo seja considerado neutro, seu número de elétrons deve ser igual ao seu número de prótons.



## Slide 14

### Referências

- <https://www.ebah.com.br/content/ABAAAfT48AF/fisica-eletricidade>

Anexo 2: Roteiro de aula prática

## AULA PRÁTICA DE FÍSICA

**TEMA:** Eletrização por atrito

**OBJETIVO:** Observar e descrever fenômenos físicos relacionados à eletrização por atrito.

**MATERIAL:**

Caneta

Tesoura

Canudo

Papel higiênico

**PROCEDIMENTOS:**

A prática será da seguinte maneira: Será realizada de forma individual, com seu material e passarei um roteiro com os procedimentos.

**1º passo:** Pegue uma caneta esferográfica e corte alguns pedaços de papel bem pequeno. Agora atrite a parte de trás da caneta em seu cabelo e depois aproxime a parte atritada aos pedaços de papel;

**2º passo:** Anote o que você observou. Você pode explicar o que aconteceu? **Qual a explicação física para este fenômeno, você sabe?**

### **3º Eletrização com o canudo plástico:**

- Seguramos o canudo
- Envolvermos o canudo com um pedaço de papel toalha e pressionamos

Firmemente o papel o contra o canudo

- Friccionamos firmemente o papel toalha contra o canudo
- Colocamos o canudo contra uma parede

### **4º Anote no seu caderno o que observou e por que esse fenômeno ocorreu?**

**5º Pedir que os alunos repitam este processo em um lugar aberto, que pode ser no pátio da escola, e que refaça as mesmas anotações anteriores.**

Anexo 3 :Estudo dirigido

1-De acordo com a Lei de Coulomb, assinale a alternativa correta:

- a) A força de interação entre duas cargas é proporcional à massa que elas possuem;
- b) A força elétrica entre duas cargas independe da distância entre elas;
- c) A força de interação entre duas cargas elétricas é diretamente proporcional ao produto entre as cargas;
- d) A força eletrostática é diretamente proporcional à distância entre as cargas;
- e) A constante eletrostática K é a mesma para qualquer meio material

2-(Unifesp) Duas partículas de cargas elétricas  $Q_1 = 4,0 \times 10^{-16} \text{ C}$  e  $Q_2 = 6,0 \times 10^{-16} \text{ C}$  estão separadas no vácuo por uma distância de  $3,0 \times 10^{-9} \text{ m}$ . Sendo  $K_0 = 9 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ , a intensidade da força de interação entre elas, em Newtons, é de:

- a)  $1,2 \cdot 10^{-5}$
- b)  $1,8 \cdot 10^{-4}$
- c)  $2,0 \cdot 10^{-4}$

- d)  $2,4 \cdot 10^{-4}$
- e)  $3,0 \cdot 10^{-3}$

3(FUVEST) Duas partículas eletricamente carregadas com  $+8,0 \cdot 10^{-6}$  C cada uma são colocadas no vácuo a uma distância de 30cm, onde  $K_0 = 9 \cdot 10^9$  N.m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>. A força de interação entre essas cargas é:

- a) de repulsão e igual a 6,4N.
- b) de repulsão e igual a 1,6N.
- c) de atração e igual a 6,4N
- d) de atração e igual a 1,6N
- e) Impossível de ser determinada.

4(CESGRANRIO) A lei de Coulomb afirma que a força de intensidade elétrica de partículas carregadas é proporcional:

- I. às cargas das partículas;
- II. às massas das partículas;
- III. ao quadrado da distância entre as partículas;
- IV. à distância entre as partículas.

Das afirmações acima:

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

5(UF - JUIZ DE FORA) Duas esferas igualmente carregadas, no vácuo, repelem-se mutuamente quando separadas a uma certa distância. Triplicando a distância entre as esferas, a força de repulsão entre elas torna-se:

- a) 3 vezes menor
- b) 6 vezes menor
- c) 9 vezes menor
- d) 12 vezes menor
- e) 9 vezes maior

6(ENEM 2013) Em uma experiência didática, cinco esferas de metal foram presas em um barbante, de forma que a distância entre esferas consecutivas aumentava em progressão aritmética. O barbante foi suspenso e a primeira esfera ficou em contato com o chão. Olhando o barbante de baixo para cima, as distâncias entre as esferas ficavam cada vez maiores. Quando o barbante foi solto, o som das colisões entre duas esferas consecutivas e o solo foi gerado em intervalos de tempo exatamente iguais.

A razão de os intervalos de tempo citados serem iguais é que a:

- a) velocidade de cada esfera é constante.
- b) força resultante em cada esfera é constante.
- c) aceleração de cada esfera aumenta com o tempo.
- d) tensão aplicada em cada esfera aumenta com o tempo.
- e) energia mecânica de cada esfera aumenta com o tempo.

7(ENEM 2014) Em museus de ciências, é comum encontrarem-se máquinas que eletrizam materiais e geram intensas descargas elétricas. O gerador de Van de Graaff (Figura 1) é um exemplo, como atestam as faíscas (Figura 2) que ele produz. O experimento fica mais interessante quando se aproxima do gerador em funcionamento, com a mão, uma lâmpada fluorescente

(Figura 3). Quando a descarga atinge a lâmpada, mesmo desconectada da rede elétrica, ela brilha por breves instantes. Muitas pessoas pensam que é o fato de a descarga atingir a lâmpada que a faz brilhar. Contudo, se a lâmpada for aproximada dos corpos da situação (Figura 2), no momento em que a descarga ocorrer entre eles, a lâmpada também brilhará, apesar de não receber nenhuma descarga elétrica.

Figura 1



Gerador de Van de Graaff

Figura 2



Descarga elétrica no gerador

Figura 3



Lâmpada fluorescente

Disponível em: <http://naveastro.com>. Acesso em: 15 ago. 2012.

A grandeza física associada ao brilho instantâneo da lâmpada fluorescente, por estar próxima a uma descarga elétrica, é o(a):

- a) carga elétrica.
- b) campo elétrico.



- c) corrente elétrica.
- d) capacitância elétrica.
- e) condutividade elétrica.