

João
Ortiz

Nelson
Stuart

O CAMPO ELÉTRICO E O FENÔMENO DO RAIÃO

Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS)



João Paulo Martins Tobaruela Ortiz

O CAMPO ELÉTRICO E O FENÔMENO DO RAI0

1ª Edição

SÃO CARLOS — SP
EDIÇÃO DO AUTOR
2015

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.

APRESENTAÇÃO

Esta é uma proposta de uma sequência didática baseada na teoria da aprendizagem significativa, desenvolvida nos moldes de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativo (UEPS) proposta por Moreira (2011) que tem por objetivo trabalhar o conceito de campo elétrico com os alunos em nível de ensino médio a partir de um fenômeno cotidiano. A proposta não contempla a matematização do campo elétrico, pois busca significado. É o produto educacional desenvolvido durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPFEF) no polo 18 Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Detalhes acerca do desenvolvimento, estratégias utilizadas, referencial teórico e relato de aplicação desta UEPS podem ser encontrados na dissertação de João Paulo Martins Tobaruela Ortiz, mas espera-se que esta cópia do produto educacional não dependa de tal leitura para que seja compreendida e aplicada.

As estratégias e ferramentas aqui sugeridas foram utilizadas em ambiente escolar, mas podem ser adequadas livremente à realidade e às necessidades do professor que optar por utilizá-la. Alguns dos materiais utilizados estão disponibilizados gratuitamente na Internet e, quando citados no texto, possuem um hiperlink para que se possa acessá-los. Outros materiais complementares são sugeridos ao fim do texto e podem auxiliar professor a conduzir as atividades.

O tema "*raios*" foi escolhido por este ser um fenômeno comum, que todos já presenciaram e, por conta disto, serve como ponto de partida para que se desenvolvam os conceitos físicos envolvidos.

#01 SEQUÊNCIA

AULA 01

SITUAÇÃO INICIAL

Tendo em vista que o conhecimento prévio é a variável que mais influencia na aprendizagem significativa, por meio de um mapa conceitual, busca-se identificar as concepções alternativas e os conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema proposto. A proposta de situação inicial é construir com os alunos um mapa conceitual sobre os fenômenos elétricos e o raio; inicialmente, perguntar a eles qual a relação entre os conceitos de eletricidade já estudados e o fenômeno do raio, determinando a origem física do raio; assinalar os termos utilizados e, em seguida, colocá-los em um mapa conceitual ou esquema conceitual; finalmente, pedir a cada aluno que explique, por escrito, com suas próprias palavras o mapa construído grupalmente na lousa; essa explicação individual deverá ser entregue ao professor ao final desta atividade inicial que ocupará a primeira aula desta ueps. Não há problema se os alunos tiverem o mapa na lousa para consultar, pois a explicação demonstra, também, como eles estão assimilando o que está no mapa e o interpretando. Na figura 1 podemos notar um exemplo de mapa conceitual feito por uma turma acerca do tema (excerto da dissertação supracitada). Nota-se que há uma clara ideia do fenômeno RAIO, porém nenhuma menção ao campo elétrico, apesar de outros conceitos físicos estarem presentes e relacionados ao fenômeno em questão. É natural que haja dificuldade por parte dos alunos e, para isso, o professor deve mediar a atividade com atenção para que não se fuja do assunto.

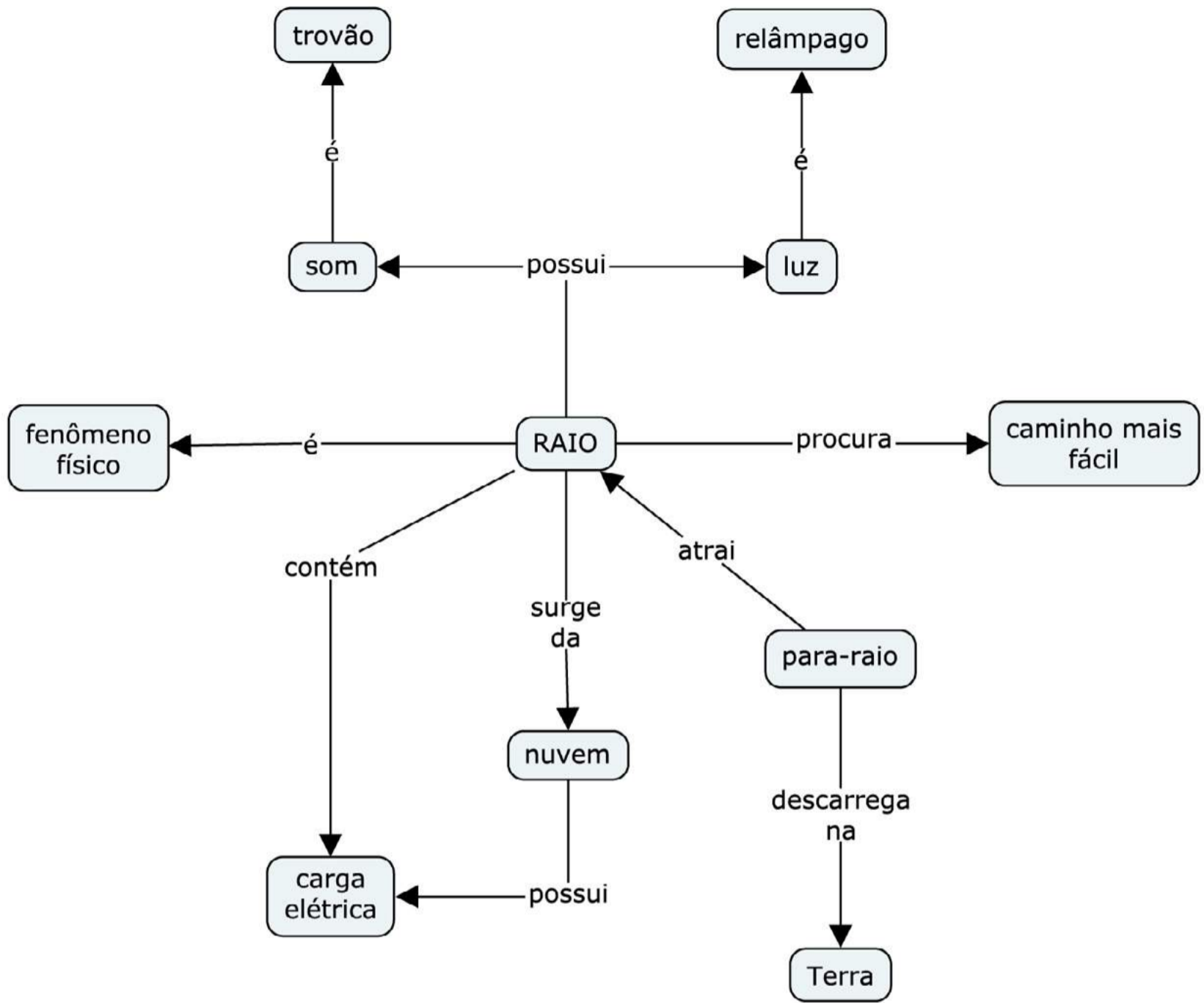


Figura 1: Exemplo de mapa conceitual inicial

#02

AULA 01 E 02

SITUAÇÃO PROBLEMA INICIAL

Esta atividade tem intuito de motivar o estudo do tema, mas sem a necessidade de ensiná-lo imediatamente. É uma introdução, servindo como organizador prévio, buscando criar uma ponte cognitiva entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos a serem ensinados aos alunos nas etapas seguintes. Espera-se que seja, também, motivador para as etapas seguintes, facilitando e envolvendo os alunos com o tema proposto. Para isso, propõe-se a utilização da simulação sobre os relâmpagos [Lightning](#), desenvolvida pela Wolfram Demonstration Project. Os alunos devem utilizar a simulação em casa, bem como um vídeo de [um raio capturado em câmera lenta](#). Este material pode ser disponibilizado aos alunos por meio de um blog ou plataforma de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). O importante é que eles tragam dúvidas e opiniões para a aula seguinte. É possível, também, complementar tal atividade por meio de vídeos ou outras simulações. A utilização do vídeo de um raio em câmera lenta é recomendável, pois representa um fator motivador, bem como permite a visualização de aspectos importantes na formação do raio como a ionização do ar próximo à nuvem. Posteriormente, em sala de aula o professor deve iniciar retomando o tema por meio de algumas questões a fim de promover uma pequena discussão sobre como o raio é formado, o que ocorre na nuvem para que haja raio, formas de se proteger contra os efeitos de um raio, dentre outros. Não é preciso que o professor busque explicar o fenômeno, tendo em vista que isto será feito em seguida. Após isso, solicita-se aos alunos a resposta individual às seguintes questões:

- a) Todas as nuvens produzem relâmpagos?
- b) Por que as nuvens se eletrificam?
- c) Por que existem relâmpagos?
- d) Como funciona o para-raios?

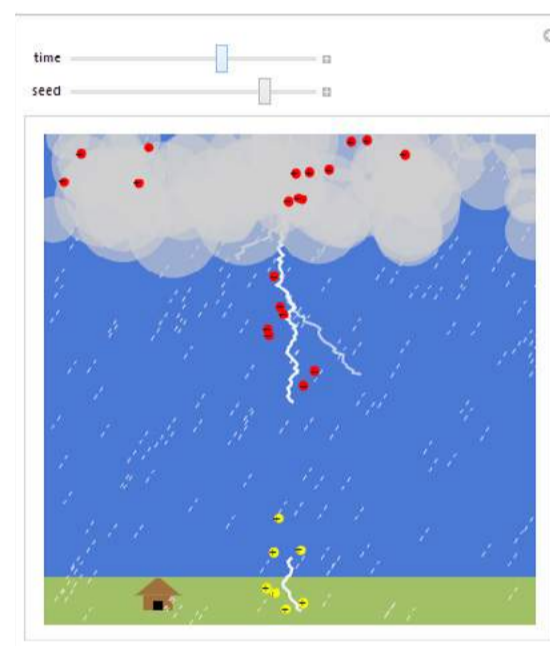


Figura 2: Screenshot de simulação Lightning

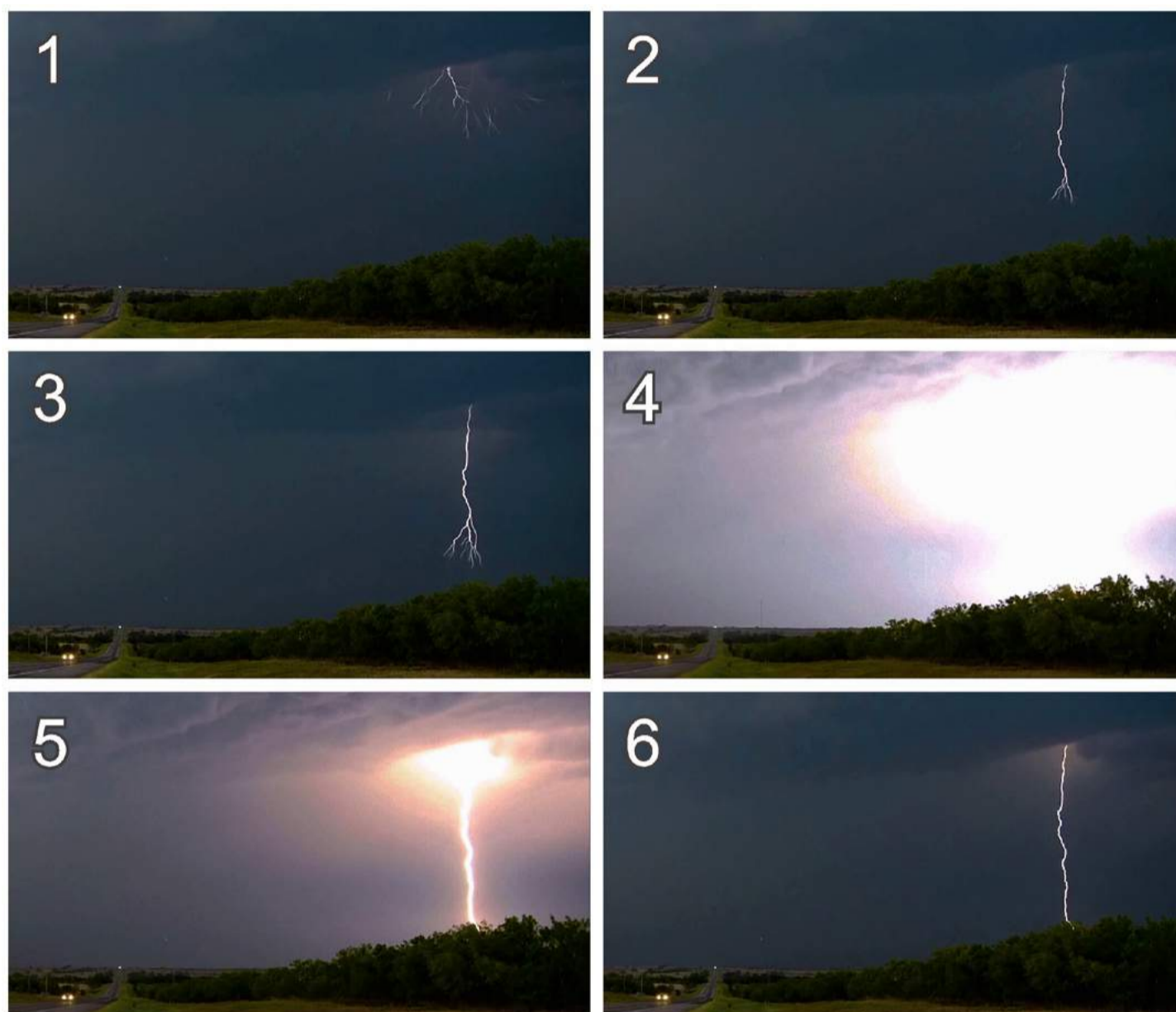


Figura 3: Snapshot de seis frames do vídeo de um raio em câmera lenta

Após a resposta rápida às questões, os alunos devem discutir em pequenos grupos (duplas ou triplas) os aspectos envolvidos no fenômeno, e explicar a simulação por meio das questões, sem a necessidade de se chegar a uma resposta comum. Em seguida, deverão abrir para o grande grupo (a sala toda) as suas respostas e verificar opiniões diferentes sobre o fenômeno. Posteriormente deverão ler o texto [A Física das Tempestades e dos Raios](#) (SABA, 2001), onde alguns dos questionamentos acima estão explicados. A leitura pode ser feita por toda a sala em conjunto, onde o professor pode ir mediando e fazendo comentários integradores. A participação nestes passos pode fazer parte da avaliação formativa.

#03

AULA 01 E 02

APROFUNDANDO CONHECIMENTOS

Em continuidade, retomando o tema e propondo atividades em nível crescente de complexidade e dificuldade por meio da utilização da simulação [Campo Elétrico dos Sonhos](#) desenvolvidas pelo projeto PhET da Universidade do Colorado. A proposta está em anexo e se baseia no procedimento de atividade [Electric Fields of Dreams for High School Exploratory Lab](#), disponibilizada em. A simulação proposta aqui foi escolhida com base na interatividade, onde o aluno é capaz de colocar as cargas em movimento e observar a interação por meio da força elétrica.

Posteriormente, é possível diferenciar campo elétrico de vetor campo elétrico, força elétrica, dentre outros conceitos físicos, buscando diferenciar progressivamente. Para isto, o professor pode demonstrar por meio de esquemas (na lousa, com animações ou outra estratégia) algumas maneiras de representar o campo elétrico (por linhas de campo ou como um campo de forças). É um momento propício para retomar o que é uma grandeza vetorial e, assim, demonstrar que o vetor campo elétrico é a medida de uma grandeza física em algum ponto a uma determinada distância de uma carga ou um corpo carregado.

O caráter da interação entre cargas pode ser tratado também, citando a força de atração ou repulsão. É importante associar a questão das cargas com as nuvens, pois o aluno deve poder visualizar como se forma o campo elétrico para este caso. Pedir para que os alunos desenhem situações diferentes com cargas e seus campos elétricos permite que o professor possa determinar como o aluno está percebendo o conceito de campo elétrico. É possível notar a representação vetorial por parte dos alunos, se há uma diferenciação nas intensidades (comprimento) dos vetores em função da sua distância em relação à carga, direção e sentido.

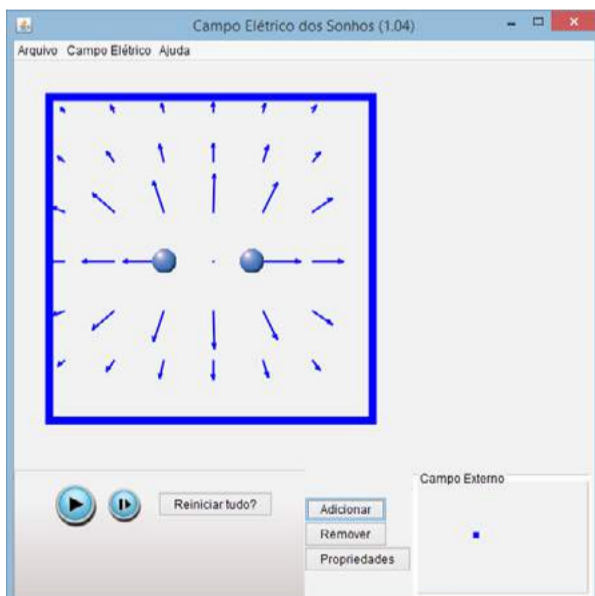


Figura 4: Snapshot da simulação Campo Elétrico dos Sonhos

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

A atividade com simulações computacionais pode ser substituída ou complementada com o uso de outras, como por exemplo, **Hóquei no campo elétrico** ou **Cargas e campos**, dependendo da abordagem adotada. A simulação Hóquei no campo elétrico possui elementos de game, promovendo maior motivação no estudo do tema.

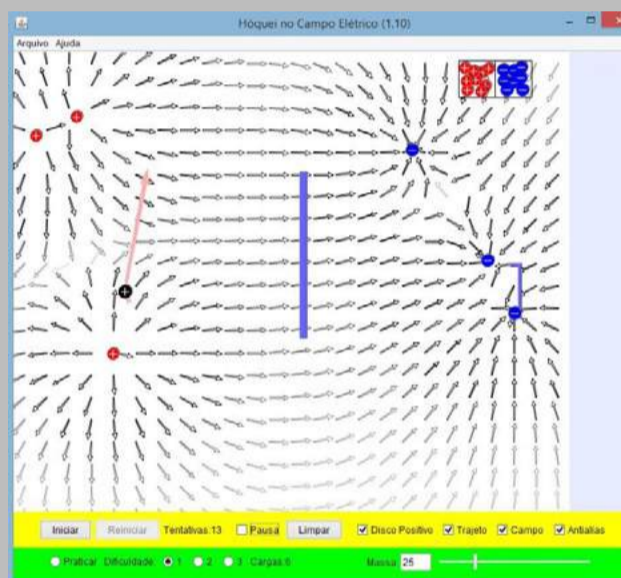


Figura 5: Screenshot de Hóquei no campo elétrico

#04

AULA 01 E 02

SITUAÇÃO PROBLEMA DE APROFUNDAMENTO

Uma nova situação problema é apresentada aos alunos no intuito de promover a reconciliação integradora. Sugere-se que os alunos realizem uma pesquisa sobre tipos de para-raios, suas aplicações, prós e contras. A construção de um para-raios pode ser feita pelo método de Franklin ou pelo método da gaiola de Faraday. Os alunos devem pesquisar a respeito das diferenças entre os métodos e apresentar em grande grupo seus argumentos sobre as vantagens e desvantagens de cada método. Após isso, o grupo deve decidir qual o método mais viável (para uma instalação no prédio da escola, por exemplo), levando em consideração as vantagens e desvantagens por eles levantadas, bem como outros aspectos dos métodos.

ATIVIDADE COMPLEMENTAR

A gaiola de Faraday pode ser facilmente demonstrada utilizando dois aparelhos celulares e um pedaço de papel alumínio. Embale um dos aparelhos em papel alumínio, de forma que não haja nenhuma fresta. Tente ligar para o aparelho que está embalado (dentro da gaiola de Faraday). O que se nota é que não há sinal e, por isso, a chamada não se completa. Após retirar o papel alumínio, é possível ver que o aparelho começa a buscar sinal.



Figura 6: Aparelho celular coberto por papel alumínio

#05

AULA 01

AULA INTEGRADORA

A proposta de um mapa conceitual nesse momento, como forma de promover a reconciliação integradora juntamente com a situação problema de aprofundamento do passo 4, faz com que os alunos comparem este mapa com o desenvolvido no passo 1. Dessa forma, observam como os conceitos foram modificados. Retomar os principais conceitos trabalhados ao longo da UEPS, construindo, colaborativamente, um mapa conceitual a respeito do tema e, posteriormente, comparando este com o primeiro mapa conceitual construído. É recomendável que os alunos não tenham acesso ao primeiro mapa conceitual enquanto constroem este, para que isto não os influencie. Só depois de terminado, o confronto entre os mapas deve ser feito pelos alunos, para que vejam as diferenças entre eles. Os próprios alunos costumam se impressionar com as diferenças entre os mapas. Os conceitos trabalhados ao longo da UEPS devem surgir neste novo mapa e é importante notar as conexões entre eles, pois são elas que determinam como os alunos relacionam tais conceitos. Possivelmente, a construção desse mapa deve ocorrer de forma mais fácil, pois os alunos começam a se habituar a prática. Na Figura 5, podemos notar no mapa de exemplo que, se comparado ao inicial (passo 1).

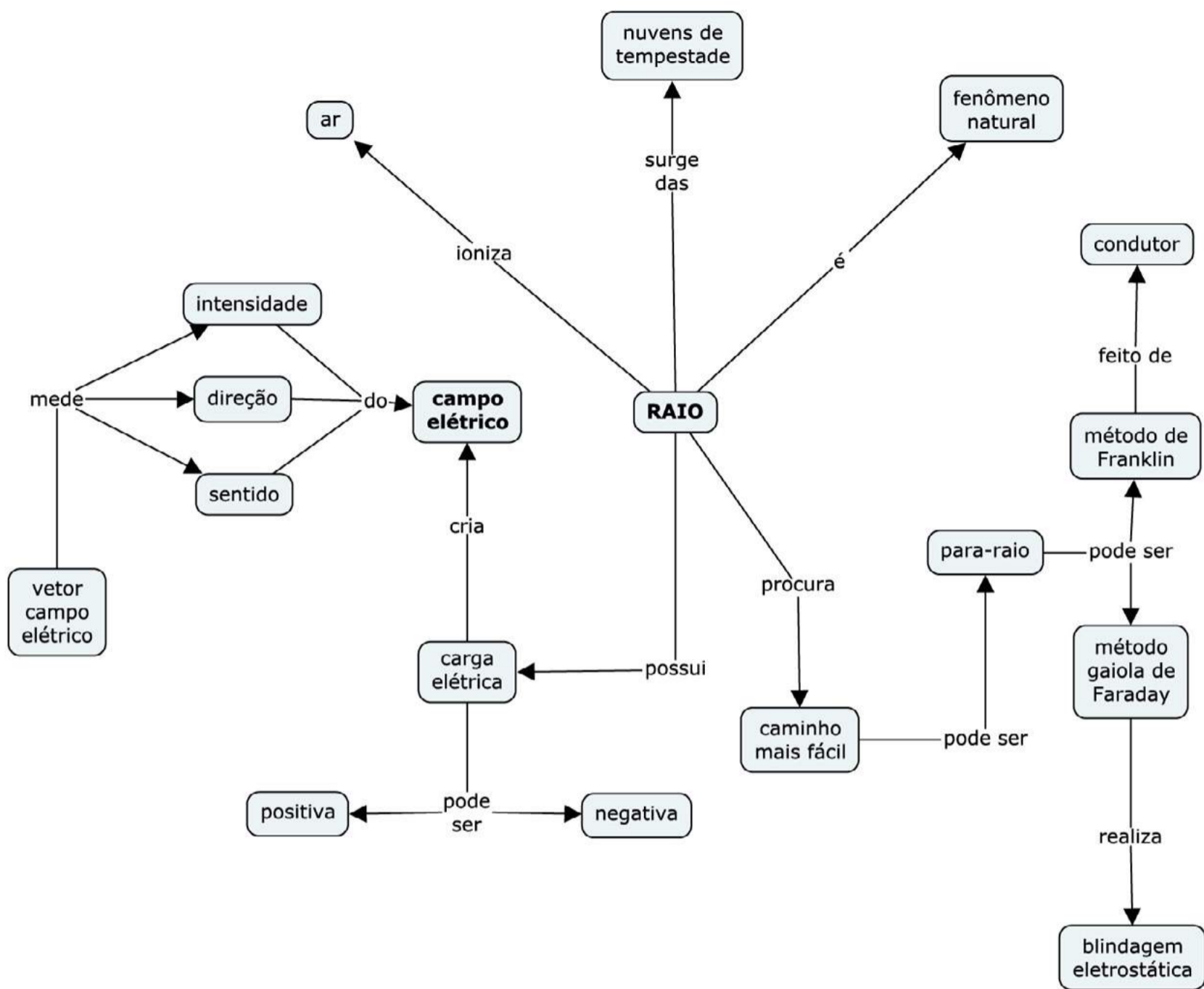


Figura 7: Exemplo de mapa conceitual final

#06

AULA 01

AVALIAÇÃO INDIVIDUAL

Esta situação deverá ser focada em na aplicação dos conceitos já abordados, buscando integrar os conceitos abordados ao longo da UEPS, verificando se o aluno é capaz de relacionar o fenômeno sugerido com o conceito de campo elétrico. Buscando uma reconciliação integradora, os alunos devem ser avaliados por meio de questões conceituais sobre os assuntos tratados. Estas questões são de escolha do professor, de preferência que envolvam somente conceitos e não busquem a matematização do tema

#07

AULA 01

AVALIAÇÃO FINAL DA UEPS EM SALA DE AULA

Os alunos devem, por escrito, avaliar as estratégias utilizadas pelo professor no decorrer da UEPS, sugerindo melhorias e evidenciando os pontos que mais interferiram positivamente ou negativamente em sua aprendizagem. Busca um feedback por parte dos alunos acerca de como o tema foi abordado por meio da UEPS, bem como comentar os conceitos com os alunos, além de fazer uma análise da avaliação individual. Comentários finais integradores e avaliação por parte dos alunos sobre as estratégias de ensino utilizadas e sobre seu aprendizado.

#08

AULA 01

AValiação DA UEPS

É preciso verificar se a UEPS foi exitosa. A análise das atividades formativas e da avaliação somativa serve como indicador de evidências de uma aprendizagem significativa. Um bom desempenho nas notas não significa necessariamente que houve aprendizagem significativa, pois esta é progressiva e, por isso, deve-se dar ênfase em evidências, não em comportamentos finais. Neste passo, é proposta uma análise qualitativa por parte do professor a respeito da UEPS e das evidências de ocorrência de aprendizagem significativa dos conceitos abordados, tanto das avaliações individuais, quanto das atividades colaborativas. Também é importante levar em conta a avaliação feita pelos alunos sobre as estratégias utilizadas na UEPS, feita no último encontro. feita no último encontro.

AValiação

A avaliação será realizada ao longo da implementação da UEPS, sendo consideradas todas as evidências de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado. Além disso, os passos 6 e 7 avaliam por meio de questões sobre os temas tratados, evidências de aprendizagem por parte dos alunos. Esta será a avaliação somativa proposta por Moreira.

CARGA HORÁRIA TOTAL

O tempo total proposto para a aplicação da UEPS é de 7 a 10 aulas de 50 minutos cada.

REFERÊNCIAS

HEWITT, P.G. Eletrostática. In: _____. Física Conceitual. 9ª edição. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002. Cap. 22 p. 372-391.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS. Relâmpagos: Definição. Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/relamp/relampagos/definicao.php>>. Acesso em 01/08/2015

LIBERO, V. L. O maravilhoso espetáculo dos raios. Revista eletrônica de Ciências, São Carlos, n. 50, set. 2012. Disponível em: <<http://www.producao.usp.br/handle/BDPI/49679>>. Acesso em: 11/07/2015.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: A Visão Clássica. Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. n. 1, 70 p., 2009. Disponível em <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acesso em: 20/09/2014.

_____. Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares. 1ª edição. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

_____. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas - UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>. Acesso em: 13/9/2015.

SABA, M. M. F. A Física das Tempestades e dos Raios. Física na Escola, v. 2, n. 1, p. 19-22, 2001. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol2/Num1/raios.pdf>>. Acesso em: 11/12/2014.

PROCEDIMENTO EXPLORATÓRIO DA SIMULAÇÃO¹

1) Criar, observar e desenhar o campo elétrico em torno de uma única carga pontual negativa. Faça isso clicando no botão Adicionar na simulação. Isto irá adicionar uma carga negativa de 1 coulomb para a simulação. Você pode mover a carga ao redor do campo, arrastando-o com o seu cursor. As setas indicam a direção do campo de forças em torno da carga. O comprimento da seta indica a intensidade da força. Desmarque o campo da simulação, clicando no botão Redefinir tudo e escolher sim para a reposição de qualquer questão.

2) Criar, observar e desenhar o campo elétrico em torno de uma única carga pontual positiva. Em seguida, clique no botão de propriedades e alterar a carga -1 a uma carga +1. Por fim, clique no botão Adicionar na simulação. Isto irá adicionar uma carga positiva de 1 coulomb para a simulação. Observe a diferença de sentido das setas ao redor da carga. Quando feito clicar no botão Redefinir tudo e escolha Sim para limpar o campo da simulação.

3) Criar, observar e desenhar o campo elétrico em torno de duas cargas positivas. Faça isso clicando no botão adicionar rapidamente duas vezes. Duas cargas devem começar a mover-se ao redor da tela com as linhas do campo (setas) indicando a direção e magnitude da força elétrica em cada ponto no espaço. Aperte o botão de pausa para parar o movimento de carga e arraste as cargas para lados opostos da tela. Faça um desenho das linhas de campo entre elas. As cargas possuem mesma intensidade, são positivas e, portanto, seus campos se repelem. Você pode, portanto, esperar que o campo seja mais fraco entre as cargas e maior do lado de fora. Reiniciar a simulação.

4) Criar observar e desenhar o campo elétrico em torno de duas cargas pontuais opostas. Faça isso clicando no botão adicionar uma vez para dar-lhe uma carga positiva. Agora, abra o menu de propriedades, clique no botão Propriedades e mudar a carga de volta para -1 Coulomb. Clique no botão feito e, em seguida, adicione a carga negativa 1 C clicando no botão Adicionar. As duas cargas devem se mover pela tela atraindo uma à outra. Aperte o botão de pausa e use o seu cursor para arrastar a carga positiva para o lado direito da tela e a carga negativa para o lado esquerdo da tela. Desenhe as cargas e os campos entre elas. O campo deve ser mais forte entre as cargas.

PERGUNTAS CONCLUSÃO:

- 1) Qual a direção e sentido do vetor campo elétrico em torno de uma carga positiva?
- 2) Onde estava o vetor campo elétrico de maior intensidade em torno da carga positiva?
- 3) Onde estava o vetor campo elétrico de maior intensidade para duas carga iguais?
- 4) Onde estava o vetor campo elétrico de maior intensidade para duas cargas opostas?
- 5) As cargas individuais produzidas nas etapas 1 e 2 não se moveram enquanto as 2 cargas produzidas nas etapas 3 e 4 fizeram. Por quê?

¹ Traduzido e adaptado do original Electric Fields of Dreams for High School Exploratory Lab, disponível em: <http://phet.colorado.edu/pt_BR/contributions/view/3274>. Acesso em 03/08/2015,

MATERIAL COMPLEMENTAR

PARA PROFESSORES E ALUNOS

A Física das tempestades e dos raios

Como se formam os raios?

Quando um raio cai no mar, até onde vai a eletricidade?

O que acontece se uma aeronave receber um raio em pleno vôo?

Como tirar uma foto de um raio?

Raios promovem espetáculo de imagens pelo mundo

Mapas conceituais e aprendizagem significativa

Construindo mapas conceituais

Universidade Federal de São Carlos
Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF)

Orientação: Nelson Studart Filho

APOIO:



Foto da capa: Santiago Garcia

ISBN: 978-85-921836-0-8