

**SUGESTÃO DE INTEGRAÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO “SIMULAÇÃO INTERATIVA
PHET – LABORATÓRIO DO CAPACITOR: BÁSICO”**

SUGGESTION FOR INTEGRATING THE TEACHING RESOURCE “PHET INTERACTIVE SIMULATION –
CAPACITOR LAB: BASICS”

SUGERENCIA PARA INTEGRAR EL RECURSO DIDÁCTICO “SIMULACIÓN INTERACTIVA PHET –
LABORATORIO DEL CAPACITOR: BÁSICO”

Wellington Cantanhede dos Santos & Edvan Moreira

¹Programa de Pós-Graduação em Rede Nordeste de Ensino (RENOEN) - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)
wellingtonc.santos@hotmail.com



Figura 1. Laboratório do Capacitor: Básico. University of Colorado Boulder.

https://phet.colorado.edu/sims/html/capacitor-lab-basics/1.6.34/capacitor-lab-basics_pt.html

1. ENQUADRAMENTO DO RECURSO DIDÁTICO

O recurso digital representado na Figura 1 “Laboratório do Capacitor: Básico”, disponibilizado pelo projeto PhET Interactive Simulations, permite explorar o funcionamento de um capacitor por meio da manipulação de variáveis como tensão aplicada, área das placas, distância entre as placas, capacitância e carga armazenada, além de possibilitar a observação da descarga do capacitor em circuito com lâmpada. A simulação encontra-se disponível gratuitamente online, podendo ser utilizada em diferentes idiomas, inclusive em português.

O recurso foi integrado em uma atividade didática voltada ao estudo de capacitores, capacitância e processos de carga e descarga em circuitos elétricos, no contexto do ensino médio. A proposta foi utilizada como estratégia de aprofundamento e consolidação de conceitos de Eletrostática e Eletrodinâmica, especialmente aqueles relacionados à relação entre diferença de potencial, quantidade de carga armazenada e geometria do capacitor.

A integração desse recurso mostra-se particularmente pertinente no estudo de capacitores no ensino médio, uma vez que esse conteúdo costuma exigir dos alunos um nível considerável de abstração. Em geral, não basta memorizar as expressões que relacionam capacitância, carga e voltagem; é necessário compreender que a capacitância depende da geometria do sistema e que a carga armazenada, a diferença de potencial e a energia elétrica estão relacionadas, mas não se confundem conceitualmente (Halliday et al., 2016; Tipler & Mosca, 2009; Young & Freedman, 2009). Nesse sentido, a simulação favorece a articulação entre representação visual, manipulação de variáveis e discussão conceitual, tornando mais acessíveis ideias que, muitas vezes, permanecem excessivamente formais quando abordadas apenas por meio de quadro, fórmula e resolução algébrica.

2. DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA EDUCATIVA DE INTEGRAÇÃO DO RECURSO

A experiência educativa foi desenvolvida com 42 alunos na disciplina de Física em uma aula de aproximadamente 50 minutos, em ambiente com acesso à internet, com os alunos organizados em duplas. Inicialmente, o professor retomou, de forma breve, o conceito de capacitor como dispositivo de armazenamento de carga elétrica, problematizando o papel desse componente em circuitos eletrônicos e em situações do cotidiano tecnológico.

Em seguida, os estudantes acessaram a simulação “Laboratório do Capacitor: Básico” e exploraram, com mediação do professor, as abas “Capacitância” e “Lâmpada”. Em um primeiro momento, foi solicitado que carregassem o capacitor utilizando uma bateria de 1,5 V, observando o comportamento do sistema e medindo a tensão no capacitor após a desconexão da fonte. Essa etapa teve como finalidade discutir se o capacitor mantém ou não a diferença de potencial acumulada após ser desligado da bateria.

Posteriormente, os alunos fecharam o circuito com a lâmpada, de modo a observar o processo de descarga do capacitor. A partir dessa exploração, foram convidados a descrever o que acontecia com o brilho da lâmpada ao longo do tempo e a relacionar esse comportamento com a liberação gradual da energia previamente armazenada no capacitor.

Na sequência, os estudantes manipularam a área das placas e a distância entre elas, analisando qualitativamente o efeito dessas alterações sobre a capacitância e sobre a quantidade

de carga armazenada. O professor orientou a discussão com questões como: o que acontece com a capacitância quando a área das placas aumenta? O que ocorre quando a distância entre as placas diminui? De que forma a tensão inicial influencia a quantidade de carga acumulada e a descarga observada?

As respostas foram registradas em um roteiro de exploração entregue aos alunos, contendo perguntas abertas e solicitações de justificativa. Ao final da atividade, houve um momento de socialização oral, no qual as duplas compartilharam suas conclusões e confrontaram previsões iniciais com o que foi observado na simulação.

Os alunos demonstraram boa receptividade ao recurso, sobretudo pela possibilidade de manipular as variáveis e observar imediatamente os seus efeitos. A visualização dinâmica do processo favoreceu o envolvimento da turma e contribuiu para tornar mais acessível a compreensão de ideias que, frequentemente, são trabalhadas de modo excessivamente abstrato. As principais dificuldades estiveram relacionadas à distinção entre tensão, carga e capacitância, bem como à compreensão de que a capacitância depende da geometria do sistema e não apenas da tensão da bateria.

3. BALANÇO E SUGESTÕES

A integração da simulação “Laboratório do Capacitor: Básico” revelou-se pedagogicamente relevante para o ensino de capacitores, especialmente por permitir que os alunos relacionassem representações visuais e manipulações diretas com conceitos físicos de maior abstração. O recurso mostrou-se particularmente útil para explorar, de forma qualitativa, a influência da área das placas e da distância entre elas sobre a capacitância, assim como para discutir os processos de carga e descarga em circuitos simples.

Do ponto de vista didático, uma das principais vantagens da atividade foi favorecer uma aula mais centrada no aluno, marcada por observação, levantamento de hipóteses, teste de ideias e argumentação. Além disso, a simulação permitiu explorar o erro como parte do processo de aprendizagem, uma vez que os estudantes puderam rever interpretações iniciais à medida que manipulavam o recurso e discutiam os resultados com os colegas.

Como limitação, observou-se que alguns alunos tendem a interpretar a descarga do capacitor de forma apenas descritiva, sem conseguir, num primeiro momento, relacioná-la ao escoamento gradual de carga no circuito e à diminuição da energia armazenada. Por isso, a atividade torna-se mais proveitosa quando acompanhada por um roteiro orientador e pela mediação constante do professor, sobretudo em turmas que ainda apresentam fragilidades na compreensão dos conceitos básicos de eletricidade.

Para docentes que pretendam utilizar este recurso, sugere-se a organização dos alunos em duplas, o uso de um roteiro curto com questões investigativas e a seleção de poucas variáveis por vez, evitando sobrecarga cognitiva. Também se recomenda que a exploração da simulação seja articulada com uma discussão final coletiva, de modo a sistematizar os conceitos e corrigir interpretações equivocadas.

Em síntese, trata-se de um recurso acessível, visualmente intuitivo e com elevado potencial para apoiar o ensino de capacitores no ensino médio, podendo ser utilizado tanto em atividades de introdução como de aprofundamento ou revisão de conteúdos.

REFERÊNCIAS

- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2016). *Fundamentos de física: Eletromagnetismo* (10ª ed., Vol. 3). LTC.
- Physics Education Technology Project. (n.d.). *Laboratório do capacitor: Básico*. University of Colorado Boulder. https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/capacitor-lab-basics
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2009). *Física para cientistas e engenheiros* (6ª ed., Vol. 2, *Eletricidade e magnetismo, óptica*). LTC.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2009). *Física III: Eletromagnetismo* (12ª ed.). Pearson.

ROTEIRO DE ATIVIDADE

SIMULAÇÃO INTERATIVA PHET – LABORATÓRIO DO CAPACITOR: BÁSICO

1. IDENTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE

Recurso utilizado	Simulação PhET — Laboratório do Capacitor: Básico (University of Colorado Boulder)
Link de acesso	https://phet.colorado.edu/sims/html/capacitor-lab-basics/1.6.34/capacitor-lab-basics_pt.html
Conteúdo	Capacitores, capacitância, carga elétrica, descarga em circuitos simples
Nível	Ensino Médio (2.º ou 3.º ano — Eletrostática/Eletrodinâmica)
Duração	Aproximadamente 50 minutos
Organização	Alunos em duplas
Requisitos	Computadores, tablets ou celulares com acesso à internet

2. OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Ao final da atividade, espera-se que o(a) aluno(a) seja capaz de:

- ✓ Compreender o funcionamento de um capacitor como dispositivo de armazenamento de carga elétrica.
- ✓ Relacionar a capacitância com a geometria do capacitor (área das placas e distância entre elas).
- ✓ Distinguir, conceitualmente, tensão (diferença de potencial), carga armazenada e capacitância.
- ✓ Descrever e explicar o processo de carga e descarga do capacitor em um circuito simples com lâmpada.
- ✓ Levantar hipóteses, testar previsões e argumentar com base nas evidências observadas na simulação.

3. CRONOGRAMA DA AULA

Tempo	Etapa	Descrição da Atividade
0–5 min	Abertura	O professor retoma brevemente o conceito de capacitor como dispositivo de armazenamento de carga, problematizando exemplos do cotidiano tecnológico (flash de câmera, desfibrilador, fonte de computador).
5–10 min	Acesso	As duplas acessam a simulação no link indicado e exploram livremente a interface por 2–3 minutos antes de iniciar o roteiro orientador.
10–20 min	Exploração 1	Atividade guiada na aba 'Capacitância': os alunos carregam o capacitor com 1,5 V, desconectam a bateria e observam a

		tensão retida. Em seguida, manipulam área das placas e distância, registrando os efeitos.
20–30 min	Exploração 2	Atividade na aba 'Lâmpada': os alunos fecham o circuito e observam o processo de descarga do capacitor, relacionando o brilho da lâmpada com a energia liberada ao longo do tempo.
30–40 min	Registro	As duplas respondem às questões do roteiro orientador, justificando suas respostas com base no que foi observado.
40–50 min	Socialização	Cada dupla compartilha uma conclusão. O professor sistematiza os conceitos no quadro e corrige interpretações equivocadas.

4. MATERIAIS NECESSÁRIOS

- ✓ Computadores, notebooks, tablets ou celulares com acesso à internet.
- ✓ Projetor ou TV para demonstração inicial pelo professor (opcional, mas recomendado).
- ✓ Este roteiro impresso ou disponível digitalmente para cada dupla.
- ✓ Lápis, caneta ou acesso a formulário digital para registro das respostas.

5. ROTEIRO ORIENTADOR PARA OS ALUNOS

PARTE A — Carga do Capacitor (Aba: Capacitância)

Siga as instruções abaixo e registre suas observações:

1. Conecte a bateria de 1,5 V ao capacitor e aguarde alguns instantes.
2. Observe o valor da tensão exibida no voltímetro.
3. Desconecte a bateria. O que acontece com a tensão marcada no capacitor?
4. Agora aumente a área das placas. Observe o que acontece com a capacitância e a carga armazenada.
5. Diminua a distância entre as placas. O que muda na capacitância?

1	Após desconectar a bateria, o capacitor ainda mantém tensão? Por quê? Relacione sua resposta ao papel do capacitor como dispositivo de armazenamento. Resposta:
2	O que acontece com a capacitância quando a área das placas aumenta? A carga armazenada também muda, mantendo a mesma tensão? Explique. Resposta:
3	Ao diminuir a distância entre as placas, o que ocorre com a capacitância e com a carga? Resposta:

PARTE B — Descarga do Capacitor (Aba: Lâmpada)

Com o capacitor carregado, feche o circuito com a lâmpada e observe:

1. Carregue o capacitor (use 1,5 V) e, em seguida, conecte a lâmpada.
2. Observe o comportamento do brilho da lâmpada ao longo do tempo.
3. Repita o processo com 3,0 V e compare o brilho inicial e a duração da descarga.

1	O brilho da lâmpada permanece constante durante a descarga? O que esse comportamento indica? Relacione o brilho à energia armazenada no capacitor. Resposta:
2	Ao usar tensão maior (3,0 V), o que muda na descarga? A lâmpada brilha por mais ou menos tempo? Resposta:
3	Em que situações práticas esse comportamento de descarga gradual pode ser útil? Dê um exemplo. Pense em equipamentos eletrônicos do dia a dia. Resposta:

6. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO FORMATIVA

Esta atividade pode ser avaliada de forma formativa, observando:

- ✓ Participação ativa das duplas durante a exploração (engajamento, perguntas levantadas).
- ✓ Qualidade das respostas registradas no roteiro, especialmente a presença de justificativas conceituais, não apenas descritivas.
- ✓ Contribuição na socialização oral: clareza das conclusões e capacidade de confrontar previsões iniciais com as observações.

7. SUGESTÕES DE MELHORIA PARA APLICAÇÕES FUTURAS

7.1 Aprimoramentos Pedagógicos

- ✓ Introduzir uma etapa de previsão escrita antes do acesso à simulação, promovendo conflito cognitivo ao comparar previsão x observação. Isso ativa conhecimentos prévios e aumenta o engajamento metacognitivo.
- ✓ Adicionar uma questão de aplicação contextualizada ao final, como: 'Por que o flash de uma câmera fotográfica usa um capacitor em vez de uma bateria diretamente?' Isso favorece a transferência do aprendizado para situações reais.

- ✓ Incluir uma etapa quantitativa opcional para turmas mais avançadas: calcular $Q = C \cdot V$ usando os valores exibidos na simulação e verificar a coerência com o que foi observado.
- ✓ Propor, em aulas seguintes, a conexão com o conceito de energia armazenada ($E = C \cdot V^2/2$), ampliando progressivamente a formalização matemática.

7.2 Ajustes na Organização da Turma

Considerar grupos de três alunos em turmas com acesso limitado a dispositivos, delegando papéis: um operador da simulação, um observador/anotador e um comunicador responsável pela socialização.

Para turmas com maior heterogeneidade, preparar uma versão simplificada do roteiro com menos variáveis por etapa, reduzindo a sobrecarga cognitiva de alunos com mais dificuldades.

Reservar 5 minutos adicionais no final da socialização para que o professor sistematize no quadro os conceitos centrais em forma de mapa ou tabela-resumo, consolidando o aprendizado.

7.3 Integração com Outras Estratégias Didáticas

- ✓ Articular a simulação com um experimento físico real (mesmo que simplificado, como a descarga de um capacitor eletrolítico em um LED), criando uma ponte entre o ambiente virtual e o laboratório.
- ✓ Utilizar a simulação em uma sequência didática mais ampla: 1-introdução pelo professor 2-exploração na simulação 3- resolução de problemas 4- sistematização 5- avaliação, tornando a atividade parte de um ciclo de aprendizagem completo.
- ✓ Gravar ou projetar a tela durante a exploração de uma dupla como ponto de partida para a socialização, tornando a discussão mais concreta e menos dependente de relatos orais.

7.4 Avaliação e Registro da Aprendizagem

Implementar um portfólio digital simples (pode ser um documento colaborativo compartilhado) onde os alunos registrem suas reflexões ao longo das atividades com simulação, criando um histórico de aprendizagem.

Aplicar um quiz rápido (3 a 5 questões de múltipla escolha conceitual) imediatamente após a atividade para mensurar ganhos de aprendizagem e identificar lacunas persistentes.

Retomar, em aula posterior, as questões que geraram mais dúvidas ou respostas equivocadas, utilizando os próprios registros dos alunos como ponto de partida para a revisão.

7.5 Acessibilidade e Inclusão

Para alunos com deficiência visual ou baixa visão, explorar a compatibilidade da simulação com leitores de tela e, se necessário, preparar descrições verbais das variáveis e comportamentos observados.

Disponibilizar o roteiro em versão com fonte ampliada e espaçamento maior para alunos com necessidades específicas de leitura.

Verificar previamente a acessibilidade dos dispositivos disponíveis na escola e testar a simulação no navegador padrão dos computadores do laboratório para evitar imprevistos técnicos.