

Uma associação do método *Peer Instruction* com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa

Uma sequênciia didática

Alexandre Alberto Visentin Ramos de Araujo
Alexandre Lopes de Oliveira

Sumário

1 APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	1
2 O MÉTODO <i>PEER INSTRUCTION</i>	2
3 PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS UTILIZADAS.....	4
3.1 CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO	4
3.2 SUGESTÃO DE MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS	5
4 O APLICATIVO <i>PLICKERS</i>	7
4.1 CADASTRO NO SITE DO APLICATIVO <i>PLICKERS</i>	7
4.2 INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO <i>PLICKERS</i>	12
4.3 RESULTADOS.....	14
5 ESTRUTURA DAS AULAS.....	16
5.1 AULA 1	16
5.2 AULA 2	20
5.3 AULA 3	22
5.4 AULA 4	25
5.5 AULA 5	27
5.6 AULA 6	29
6 CÁLCULO DO GANHO NORMALIZADO OU GANHO DE HAKE	37
REFERÊNCIAS	38

1 APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Este material é um *recurso didático-pedagógico*, generalizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) sob o nome *produto educacional*. O recurso foi gerado a partir da dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, intitulada “Uma estratégia de aprendizagem ativa com atividades teórico-experimentais sobre circuitos elétricos compostos por geradores e resistores”, defendida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *campus Nilópolis-RJ*.

A elaboração deste recurso didático educacional levou em conta orientações da Capes:

A dissertação do Mestrado Profissional da Área de Ensino deve, necessariamente, apresentar um produto educacional que possa ser disseminado, analisado e utilizado por outros professores. Este produto, que deve ser destacável do corpo da dissertação, pode ter a forma de um texto sobre uma sequência didática, um aplicativo computacional, um vídeo (na internet ou em CD/DVD), um equipamento, uma exposição; enfim, algo identificável e independente da dissertação. O produto educacional deve estar disponível na página do programa, caso isso não viole direitos autorais (BRASIL, 2012).

Este recurso didático-pedagógico sob a forma de sequência didática é composto por um texto contendo os fundamentos teóricos da metodologia *Peer Instruction* e sua aplicação ao longo de sete semanas letivas. O produto educacional também apresenta detalhes construtivos de circuitos elétricos, utilizados em sala de aula, associados com a *Peer Instruction*. Além disso, é detalhado o uso do aplicativo *Plickers* como ferramenta de coleta de dados gerados a partir da resolução de testes conceituais.

2 O MÉTODO PEER INSTRUCTION

Estudos apontam a necessidade de abordagens alternativas capazes de modificar a estrutura tradicional de uma aula de física (BARROS et al., 2004). Dentro dos recursos disponíveis, diversas estratégias de aprendizagem ativa podem se apresentar como alternativas viáveis para implantação no ensino médio. A aprendizagem ativa é geralmente definida como um método que engaja os alunos ao processo de aprendizagem, solicitando que os estudantes pensem e questionem sobre o que estão fazendo, e não apenas escutem o que está sendo passado a eles (PRINCE, 2004).

A *Peer Instruction (PI)* ou, em língua portuguesa, Instrução por Pares, é uma metodologia de aprendizagem ativa que possui dois objetivos principais: explorar interações entre estudantes e concentrar sua atenção em conceitos fundamentais para a resolução de testes conceituais propostos em sala. Em uma aula desenvolvida no contexto da *PI*, os alunos possuem maior autonomia para discussões a respeito de testes conceituais propostos pelo professor. A técnica foi elaborada por Eric Mazur, professor de física na Universidade de Harvard. Como ponto de partida para seu método, Mazur recomenda que os alunos realizem uma leitura prévia, extraclasse, de um determinado assunto a ser discutido. Durante a aula, onde será trabalhado o assunto da leitura realizada pelos alunos, podem ocorrer os seguintes passos (MAZUR, 2015):

1. O professor realiza uma exposição oral, com duração aproximada de 15 minutos, sobre os elementos mais importantes do tema em estudo.
2. É proposto um teste conceitual, de múltipla escolha, a respeito do tema apresentado na exposição oral. Os alunos refletem sobre esse teste, individualmente e em silêncio, durante 1 a 2 minutos.
3. Cada estudante decide qual é a opção correta e registra sua resposta, apresentando-a ao professor, que fará a distribuição de acertos da turma. Quando menos de 30% da turma acerta a resposta, o professor retorna ao passo 1, explicando novamente o conteúdo.
4. Quando entre 30% e 70% da turma escolhe a resposta correta, o professor abre espaço para discussão entre os alunos, em duplas ou em pequenos grupos. Eles são incentivados a discutir suas respostas, durante 2 a 4 minutos, promovendo interações e troca de ideias com os colegas, na busca da alternativa correta. Caso mais de 70% da turma acerte a questão, o professor explica rapidamente a resposta e, a seguir, propõe outro teste conceitual sobre o mesmo assunto.
5. Encerradas as discussões, os estudantes registram novamente suas respostas, apresentando-as ao professor. Espera-se que, após as interações com os colegas, a frequência de acertos ultrapasse 70%. Desse modo, o professor pode passar para outro teste conceitual, repetindo os procedimentos enquanto houver tempo disponível de aula.

A aula é estruturada a partir dos questionamentos levantados pelos testes conceituais. Logo, a Instrução por Pares exige seleção criteriosa dessas questões, que podem ser obtidas em várias fontes, tais como vestibulares ou o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Os testes devem

abordar importantes conceitos do tópico em estudo e recomenda-se quesejam desafiadores, despertando o interesse em sua resolução (MAZUR, 2015; ARAUJO; MAZUR, 2013).

A metodologia *Peer Instruction* tem sido objeto de estudo entre os pesquisadores da área(HAKE, 1998). Um artigo publicado na revista *Physics Education Research Conference*, apresentou resultados de sua aplicação em conteúdos de mecânica, envolvendo as leis de Newton. A *PI* conduziu a um ganho normalizado em torno de 40%, enquanto métodos tradicionais de ensino resultaram em ganho de 24%, apontando, assim, para uma contribuição na compreensão dos conteúdos discutidos em mecânica (CUMMINGS; ROBERTS, 2008).

Pesquisadores brasileiros têm publicado trabalhos a respeito da Instrução por Pares, apresentando efeitos de sua utilização. Barros et al. (2004) observam que uma aula com essa metodologia permite maior interação entre os alunos, na medida em que eles discutem e ensinam, uns aos outros, conceitos apresentados pelo professor e utilizados na resolução dos testes conceituais, tornando as aulas mais dinâmicas e interativas.

A dissertação de mestrado de Diniz (2015) relata uma experiência de ensino de mecânica, em uma turma de primeira série do ensino médio, no Colégio de Aplicação João XXIII, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Sua pesquisa foi realizada durante 37 aulas de física, no ano letivo de 2015. Ele observou que a *PI* foi bem aceita pelos alunos e que pode servir como motivação para o estudo.

A dissertação de Müller (2013) apresenta resultados da aplicação da *Peer Instruction* em uma escola pública federal, na cidade de Porto Alegre, em conteúdos do eletromagnetismo, numa turma de terceira série do ensino médio. Ele concluiu, como vantagens da *PI*, a discussão entre os estudantes sobre tópicos de física e o engajamento em sua própria aprendizagem. Por outro lado, percebeu, como limitações, o pouco tempo para refletir sobre os testes conceituais e para resolução de problemas.

3 PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Antes de iniciar a utilização deste produto educacional, o professor deve ensinar aos estudantes a definição de intensidade de corrente elétrica, as duas leis de Ohm e o conceito de circuito elétrico, criando as condições teóricas para aplicação da sequência didática proposta neste trabalho.

Os procedimentos a seguir descrevem uma estratégia de aprendizagem ativa que combina a metodologia *Peer Instruction* com a demonstração do funcionamento de circuitos elétricos compostos por geradores e resistores (ARAUJO et al., 2017).

3.1 CRONOGRAMA DE APLICAÇÃO

O cronograma a seguir foi idealizado para turmas onde a física é trabalhada durante dois tempos semanais, com 45 minutos cada um, sem intervalo entre eles. É possível adaptá-lo para diferentes cargas horárias semanais, de acordo com a realidade da instituição onde será aplicado este método. Para fins de entendimento, será adotado o termo aula, a partir de agora, como um conjunto de dois tempos de 45 minutos cada, totalizando um encontro semanal de 1,50 h de duração.

Tabela 1 - Cronograma e descrição das atividades realizadas.

Data	Conteúdo ministrado	Tarefas aos alunos
Aula 1	Apresentação do método.	Aplicação do pré-teste. Indicação de leitura do livro didático, páginas 54 a 79 (para casa).
Aula 2	Exposição teórica sobre eletrodinâmica, resistores, leis de Ohm e potência elétrica.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 80 a 85 (para casa).
Aula 3	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com um gerador e um resistor. Apresentação do circuito elétrico 1. Demonstração do funcionamento do multímetro.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 86 e 87 (para casa).
Aula 4	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com associação de resistores em série. Apresentação do circuito elétrico 2.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 88 a 90 (para casa).
Aula 5	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com	Testes conceituais e discussões.

	associação de resistores em paralelo. Apresentação do circuito elétrico 3.	Indicação de leitura do livro didático, páginas 91 e 92 (para casa).
Aula 6	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com associação mista de resistores. Apresentação do circuito elétrico 4.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 93 e 96 (para casa).
Aula 7		Aplicação do pós-teste.

As aulas 1 e 7 são dedicadas às aplicações do pré-teste e pós-teste. A aula 2 segue a estrutura convencional do método *Peer Instruction*, sem apresentação de experimentos. Nas demais, adota-se a sequência de procedimentos descritos a seguir (ARAUJO et al., 2017):

1. Nos primeiros dez minutos de cada aula são abordados os pontos fundamentais, teóricos, do conteúdo previsto para aquele dia.
2. Logo após a explanação teórica, apresenta-se o circuito elétrico programado para a aula, identificando os componentes do circuito, o tipo de ligação entre eles e a relação entre diferença de potencial, corrente elétrica e potência elétrica, em cada uma das lâmpadas. Esses procedimentos devem durar, em média, entre 5 e 10 minutos.
3. Em seguida, são propostos testes conceituais, cujas respostas, discussões e análises de resultados seguem o método *Peer Instruction*. Todas as respostas são apuradas através do aplicativo *Clickers*, instalado no celular do professor.
4. Próximo do final da aula é indicada uma leitura do livro texto (STEFANOVITS, 2013), relativa ao assunto que será abordado no próximo encontro.

3.2 SUGESTÃO DE MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

As atividades experimentais apresentadas neste produto educacional envolvem a utilização de quatro circuitos elétricos diferentes. Para sua construção, podem ser usados os seguintes materiais:

- Uma chapa de madeira compensada, tipo madeirit, com 2,20 m de comprimento por 1,10 m de largura;
- Onze metros de fio liso, com área de seção transversal ou “bitola” igual a 2,50 mm²;
- Quatro metros de fio paralelo, com área de seção transversal ou “bitola” igual a 2,50 mm²;
- Fixa-fios plásticos, tipo “prego miguelão”;
- Conectores de fios, de plástico;
- Bocais para lâmpadas, cerâmicos;

- Quatro plugues machos;
- Quatro interruptores sobrepostos simples;
- Três lâmpadas incandescentes (L_1 , L_2 e L_3), cada uma com potência nominal de 60 W.

4 O APLICATIVO *PLICKERS*

O aplicativo gratuito *Plickers*, disponível para celulares, pode ser usado para contabilizar as opções dos alunos, em cada teste conceitual. Ele permite uma rápida determinação da frequência de acertos da turma.

4.1 CADASTRO NO SITE DO APLICATIVO *PLICKERS*

Antes da utilização do *Plickers*, é necessário cadastrar todas as turmas, bem como os testes conceituais que serão trabalhados em cada uma, em uma área restrita do site do aplicativo, acessível por *login* e senha (disponível no site www.plickers.com). Todas as figuras apresentadas a seguir são instantâneos de telas de computador, extraídas do site www.plickers.com.

A inscrição no site do aplicativo é semelhante ao processo de inscrição em uma conta de *email* e pode ser realizada da seguinte maneira:

1. Acessar o site www.plickers.com.
2. Inscrever-se, gratuitamente, no serviço oferecido pelo site, clicando em *SIGN UP*:



3. O usuário será direcionado para a seguinte tela, onde ele deverá cadastrar os dados solicitados:

A screenshot of a "Sign Up" form. It has fields for First Name, Last Name, Email, and Password. Below the fields are two error messages: "* Valid email required." and "* Password must be at least 6 characters.". At the bottom is a large blue "Sign Up" button.

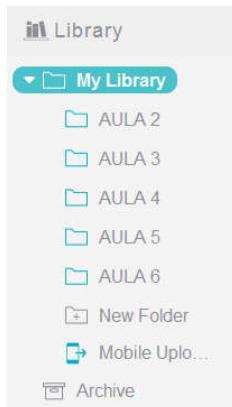
4. Ao finalizar a inscrição, o usuário poderá acessar a área restrita do site clicando em *SIGN IN*:



5. Logo após, será direcionado à seguinte tela:

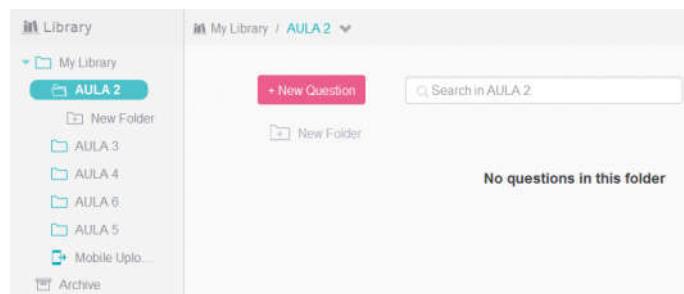
A screenshot of a "Sign In" form. It has fields for Email and Password. Below the fields are two error messages: "* Valid email required." and "* Password must be at least 6 characters.". At the bottom is a large blue "Sign In" button.

6. Ao preencher os dados solicitados, o acesso à área restrita será liberado, onde o usuário poderá salvar diferentes pastas:



7. Os testes conceituais deverão ser salvos em cada pasta, de acordo com o planejamento das atividades que serão desenvolvidas. Por exemplo, supondo que o pesquisador deseje salvar questões na pasta AULA 2, ele deverá realizar os seguintes procedimentos:

- Clicar em AULA 2:



- Clicar em *+ New Question*:



- A seguir, o usuário será direcionado a uma tela onde deverá colar o texto da questão, bem como suas alternativas:

New Question

Add question text here...

Multiple Choice True/False

Correct?

<input checked="" type="checkbox"/> A	Answer	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> B	Answer	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> C	Answer	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> D	Answer	<input type="checkbox"/>

New Question

(GREF) A transmissão de energia elétrica à grande distância é acompanhada de perdas causadas pela transformação de energia elétrica em:

[Add image](#)

Multiple Choice True/False

Correct?

- A calor.
- B magnetismo.
- C energia cinética.
- D luz.

[Cancel](#) [Save](#) [Save and create new](#)

- Para finalizar a inserção da questão na pasta AULA 2, o usuário deve clicar em **SAVE** e, logo após, ele é direcionado para a seguinte tela:

The screenshot shows the plickers platform interface. On the left, there's a sidebar with 'My Library' containing folders like 'AULA 2' (which is selected and highlighted in blue), 'AULA 3', 'AULA 4', 'AULA 6', 'AULA 5', 'Mobile Uplo...', and 'Archive'. The main area shows a question card for 'AULA 2'. The question text is: '(GREF) A transmissão de energia elétrica à grande distância é acompanhada de perdas causadas pela transformação de energia elétrica em:'. Below the text are four options: A) calor, B) magnetismo, C) energia cinética, and D) luz. To the right of the question card, there are buttons for 'Collapse' and 'Add to Queue...'. At the bottom of the screen, there are navigation tabs: 'plickers' (with a checkmark icon), 'Library', 'Reports', 'Classes' (which is the active tab), and 'Live View'.

- A seguir, clicando em **CLASSES**, o usuário será direcionado à opção **+ Add new class**:

This screenshot shows the 'Classes' tab of the plickers platform. At the top, there's a navigation bar with tabs: 'plickers' (with a checkmark icon), 'Library', 'Reports', 'Classes' (which is the active tab), and 'Live View'. Below the navigation bar, there's a button labeled '+ Add new class' inside a dashed box. The rest of the page is mostly blank, indicating the start of a new class setup.

- Após clicar em **+ Add new class**, o usuário é direcionado para a seguinte tela, que permite o cadastro de todos os dados de determinada turma:

Basic Class Info

Name your class

Year

Subject

Class color

[Cancel](#) [Save](#)

Considerando a turma TA 301 como exemplo, o preenchimento dos campos levará à seguinte tela:

Basic Class Info

Name your class	TA 301
Year	12th Grade
Subject	Career and Technical Education
Class color	

Cancel Save

- Clicando em *SAVE*, o usuário será direcionado a uma tela que permite o cadastro dos nomes e números dos alunos da turma TA 301:

The screenshot shows a web-based application for managing student rosters. At the top left, it says "TA 301". Below that is a search bar labeled "Enter Student Name (ex: Tim Howard)". To the right are buttons for "Sort By...", "Add Roster" (with a checkmark icon), and "Print Roster". Underneath the search bar is a link "Show Archived Students". On the right side, there is a grid titled "Available Cards" containing numbered squares from 1 to 24. The first row contains squares 1, 2, and 3. The second row contains 4, 5, and 6. The third row contains 7, 8, and 9. The fourth row contains 10, 11, and 12. The fifth row contains 13, 14, and 15. The sixth row contains 16, 17, and 18. The seventh row contains 19, 20, and 21. The eighth row contains 22, 23, and 24.

Após o preenchimento dos dados, a turma TA 301 está apta a participar de atividades envolvendo os cartões *Plickers*:

This screenshot shows the same application after data has been entered. The "Available Cards" grid now displays numbered squares from 21 to 44. The main area shows a grid of student names paired with their assigned card numbers. Row 1: Card 1 (ANA), Card 2 (BEATRIZ), Card 3 (CAIO), Card 4 (CHIARA). Row 2: Card 5 (CLARISSE), Card 6 (GABRIELA), Card 7 (GUILHERME), Card 8 (IASMIN). Row 3: Card 9 (JHENIFER), Card 10 (KIMBERLY), Card 11 (LUÍS), Card 12 (MANOEL). Row 4: Card 13 (MARIA), Card 14 (MARIANE), Card 15 (MILENA), Card 16 (THALES). Row 5: Card 17 (THALITA), Card 18 (VICTOR), Card 19 (WENDY), Card 20 (YASMIN).

8. Retornado à pasta AULA 2, a seguinte tela será apresentada ao usuário:

The screenshot shows a user interface for a digital library or test bank. At the top, there's a header with 'My Library / AULA 2'. Below it is a search bar labeled 'Search in AULA 2'. A pink button on the left says '+ New Question'. On the right, there's a 'New Folder' button. The main content area displays a question in a box with a dropdown arrow: '(GREF) A transmissão de energia elétrica à grande distância é acompanhada de perdas causadas pela transformação de energia elétrica em:'. Below the question are four options: A) calor., B) magnetismo., C) energia c..., and D) luz. To the left of the options is a green circled 'A'. To the right is a blue 'Expand' button. At the bottom of the box are two letters: 'f' on the left and 'c' on the right.

9. Clicando em *Expand*:

This screenshot shows the same interface after clicking the 'Expand' button. The question and options remain the same. The green circled 'A' is still present. Now, there is a 'Collapse' button to the right of the options. At the bottom of the box are three buttons: 'f' on the left, 'c' on the right, and a central '+ Add to Queue...' button.

10. Em '+ Add to Queue', o usuário pode disponibilizar o teste para todas as turmas cadastradas:

This screenshot shows the '+ Add to Queue...' menu open. It lists several classes with icons: MA 303 (blue plus), MA 304 (orange plus), TA 301 (blue plus), TA 302 (orange plus), TI 105 (blue plus), TI 106 (orange plus), and TI 305 (blue plus). The background shows the same question and options as the previous screenshots.

11. Ao clicar na turma TA 301, o teste é indexado a ela e fica disponível para utilização em sala de aula, com o aplicativo *Plickers*, instalado no celular do professor:



My Library / AULA 2

+ New Question Search in AULA 2

New Folder

(GREF) A transmissão de energia elétrica à grande distância é acompanhada de perdas causadas pela transformação de energia elétrica em:

A calor.
B magnetismo.
C energia cinética.
D luz.

f TA 301

C

Add to Queue...

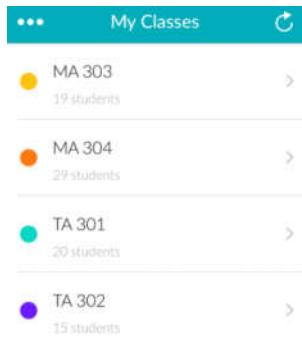
4.2 INSTALAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO *PLICKERS*

O aplicativo está disponível para os sistemas operacionais móveis iOS (*Apple Inc.*) e *Android* (*Google*). Como exemplo, será demonstrada sua utilização em um celular com o sistema iOS.

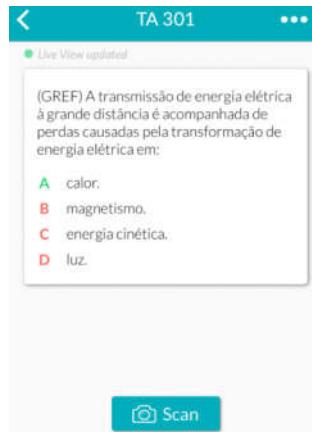
1. Acessar a loja virtual *iTunes*, buscar e instalar o aplicativo *Plickers*:



2. Abrir o aplicativo e cadastrar os mesmos *login* e *senha* utilizados no site www.plickers.com. Após o primeiro acesso, todo o conteúdo hospedado no site será transferido para o celular.



3. Na turma TA 301, exemplo deste produto educacional, foi inserido um teste conceitual, que é apresentado, no celular, da seguinte maneira:



4. Cada aluno apresenta suas respostas ao professor por um cartão individual, correspondente ao seu número na chamada, disponível para *download* e impressão no site do *Plickers*. Clicando em *Scan*, o aplicativo utiliza a câmera do celular para identificar a alternativa escolhida por cada estudante, em uma determinada questão e apresenta ao professor a porcentagem de acertos da turma, instantes após a leitura dos cartões.



Figura 1 – Exemplos de cartões *Plickers*. Figura retirada do site www.plickers.com. Acesso em 02 out. 2016.



Figura 2 - Exemplo de utilização do aplicativo *Plickers*. Figura retirada do site www.plickers.com. Acesso em 02 out. 2016.

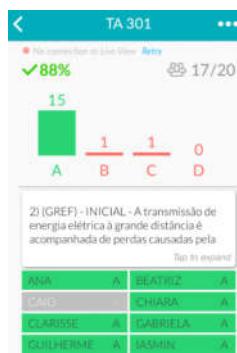
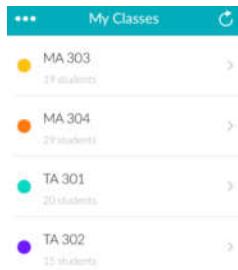


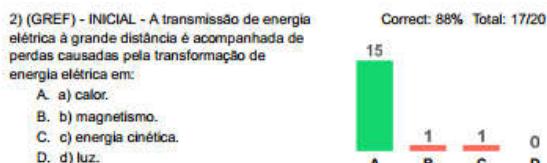
Figura 3 - Resultado do teste conceitual aplicado na turma TA 301, obtido pela captura de tela de celular.

6. O aplicativo pode ser usado mesmo quando a conexão à internet não estiver disponível. Nesse caso, os dados ficam armazenados no celular. Em um momento posterior, quando o aparelho se conectar a alguma rede, o *Plickers* transfere, automaticamente, as informações para a área restrita de seu site, sem apagá-las do telefone. Para essa atualização, é necessário voltar à tela inicial do aplicativo e clicar em .



4.3 RESULTADOS

O aplicativo disponibiliza, na área restrita de seu site, resultados em *Portable Document Format (pdf)* ou em planilhas *Microsoft Excel*:



Answer	Card #	First name	Last name
A	1	ANA	
A	2	BEATRIZ	
—	3	CAIO	
A	4	CHIARA	
A	5	CLARISSE	
A	6	GABRIELA	
A	7	GUILHERME	
A	8	IASMIN	
A	9	JHENIFER	
—	10	KIMBERLY	
B ✗	11	LUÍS	
A	12	MANOEL	
A	13	MARIA	
A	14	MARIANE	
A	15	MILENA	
A	16	THALES	
A	17	THALITA	
C ✗	18	VICTOR	
—	19	WENDY	
A	20	YASMIN	

Figura 4 - Instantâneo de uma tela de computador, com resultados da turma exemplo TA 301, em pdf.



	A	B	C
2	Card #	Student Name	(GREF)
3			
4			A
5			88%
6	1 ANA	A	
7	2 BEATRIZ	A	
8	3 CAIO	-	
9	4 CHIARA	A	
10	5 CLARISSE	A	
11	6 GABRIELA	A	
12	7 GUILHERME	A	
13	8 IASMIN	A	
14	9 JHENIFER	A	
15	10 KIMBERLY	-	
16	11 LUÍS	B	
17	12 MANOEL	A	
18	13 MARIA	A	
19	14 MARIANE	A	
20	15 MILENA	A	
21	16 THALES	A	
22	17 THALITA	A	
23	18 VICTOR	C	
24	19 WENDY	-	
25	20 YASMIN	A	

Figura 5 - Instantâneo de uma tela de computador, com resultados da turma exemplo TA 301, em *Microsoft Excel*.

Os resultados em *pdf* são gerados para cada teste conceitual, individualmente. Por outro lado, se o usuário optar pelo *Excel*, é possível determinar as datas de início e término da sequência didática e gerar uma única planilha, com todos os resultados referentes ao período de tempo escolhido. Desse modo, é possível obter uma visão geral do desempenho da turma, ao longo de todas as aulas pesquisadas.

5 ESTRUTURA DAS AULAS

5.1 AULA 1

A metodologia *Peer Instruction* pressupõe a aplicação de dois testes idênticos, denominados pré-teste e pós-teste. O primeiro deve ser aplicado antes do início do método e o segundo, ao seu final, de acordo com o cronograma apresentado na seção anterior.

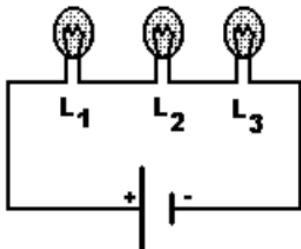
O pré-teste pode gerar dados sobre as concepções alternativas dos alunos. Para a sequência didática proposta neste produto educacional, as questões que compõem o protocolo pré-pós testes foram extraídas, com adaptações, de dois artigos nacionais:

- Questões 1 a 12: extraídas de Silveira (2011).
- Questões 13 a 15: extraídas de Balen, Villas Boas e Cataldi (2008).

A seguir, são apresentadas as questões utilizadas no pré-teste:

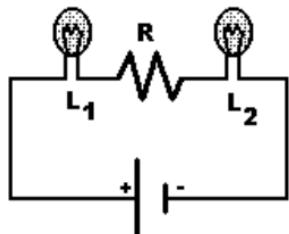
Em todas as questões deste teste admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.

1) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, pode-se afirmar que:



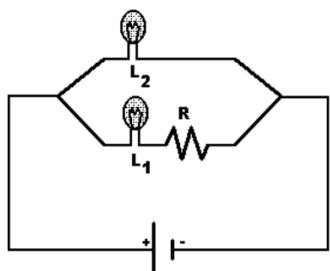
- a) L₁ brilha mais do que L₂ e esta mais do que L₃.
- b) L₃ brilha mais do que L₂ e esta mais do que L₁.
- c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.

2) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, R é um resistor. Neste circuito:



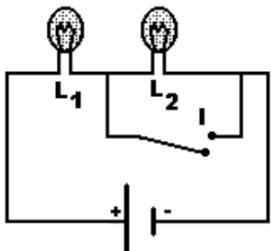
- a) L₁ e L₂ têm o mesmo brilho.
- b) L₁ brilha mais do que L₂.
- c) L₂ brilha mais do que L₁.

3) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, R é um resistor. Neste circuito:



- a) L_1 tem o mesmo brilho de L_2 .
- b) L_2 brilha mais do que L_1 .
- c) L_1 brilha mais do que L_2 .

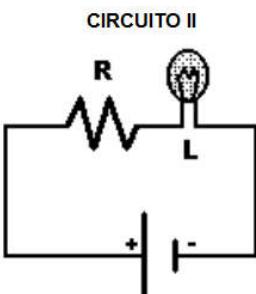
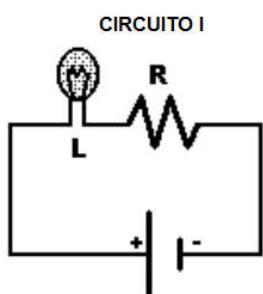
4) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, I é um interruptor aberto. Ao fechá-lo:



- a) aumenta o brilho de L_1 .
- b) o brilho de L_1 permanece o mesmo.
- c) diminui o brilho de L_1 .

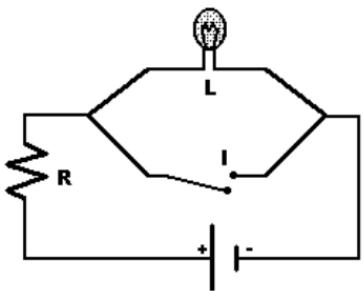
5) (ADAPTADA) Nos circuitos I e II, a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos.

Nestas situações:



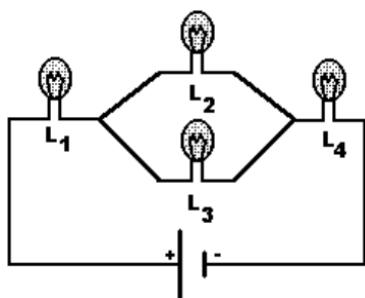
- a) L brilha mais no circuito I
- b) L brilha igual em ambos os circuitos.
- c) L brilha mais no circuito II.

6) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. Ao fechar o interruptor:



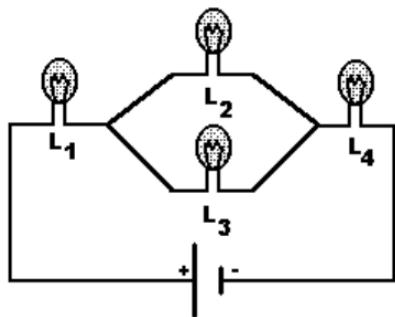
- a) L continua brilhando como antes.
- b) L deixa de brilhar.
- c) L diminui seu brilho, mas não apaga.

7) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir o brilho de L_1 é :



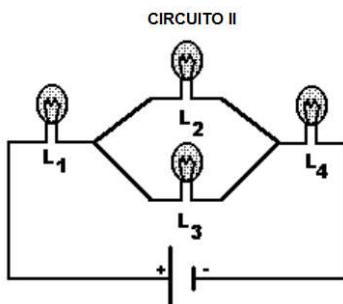
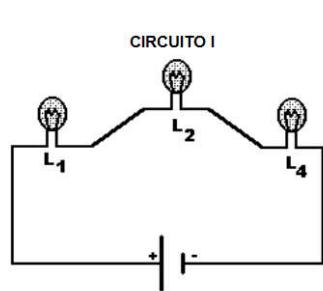
- a) igual ao de L_4 .
 b) maior do que o de L_4 .
 c) menor do que o de L_4 .

8) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir o brilho de L_2 é:



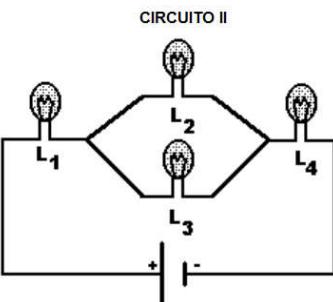
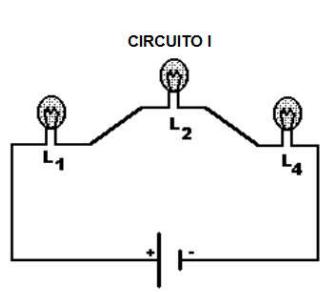
- a) igual ao de L_4 .
 b) maior do que o de L_4 .
 c) menor do que o de L_4 .

9) (ADAPTADA) Quando se compara o brilho de L_1 nos circuitos I e II ele é:



- a) maior no circuito II.
 b) menor no circuito II.
 c) o mesmo nos dois.

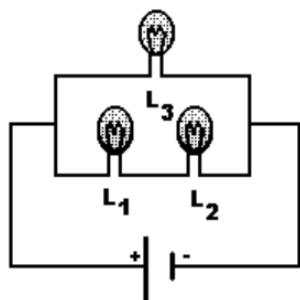
10) (ADAPTADA) Quando se compara o brilho de L_4 nos circuitos I e II ele é:



- a) maior no circuito II.
 b) menor no circuito II.
 c) o mesmo nos dois.

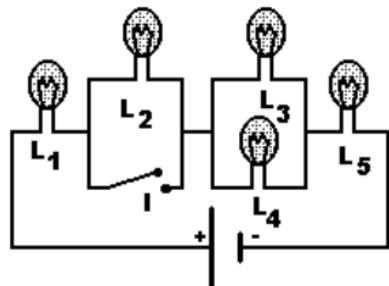
11) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir:





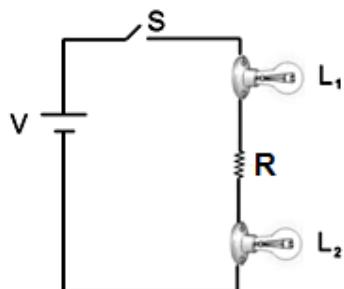
- a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho que é menor do que o de L_3 .
 b) L_1 brilha mais do que L_2 e do que L_3 .
 c) L_1 , L_2 e L_3 brilham igualmente.

12) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, quando o interruptor é aberto, as lâmpadas L_3 e L_4 deixam de brilhar, embora L_2 brilhe. O que acontece com as lâmpadas L_1 e L_5 ?



- a) nem L_1 , nem L_5 brilham.
 b) L_1 brilha e L_5 não brilha.
 c) L_1 e L_5 brilham.

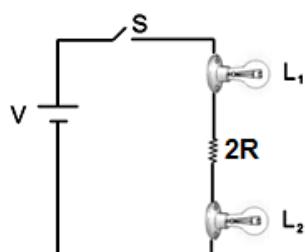
13) **Situação A:** na figura a seguir, R é a resistência, L_1 e L_2 são duas lâmpadas idênticas, V é a bateria e S é uma chave que abre e fecha o circuito. Nessas condições, quando a chave é fechada podemos afirmar que:



- a) L_1 brilha mais que L_2 .
 b) L_1 e L_2 são igualmente brilhantes.
 c) L_1 brilha menos que L_2 .

Situação A

14) (ADAPTADA) **Situação B:** o circuito é o mesmo da situação A, mas o valor da resistência agora é $2R$. Nas condições da situação B, quando a chave é fechada podemos afirmar que:



Situação B

- a) L_1 brilha mais na situação B do que na situação A.
 b) L_1 brilha menos na situação B do que na situação A.
 c) L_1 é igualmente brilhante na situação B e na situação A.

15) Nas condições da **situação B**, quando a chave está fechada, podemos afirmar que:

- a) L_2 brilha mais na situação B do que na situação A.
 b) L_2 brilha menos na situação B do que na situação A.
 c) L_2 é igualmente brilhante na situação B e na situação A.

RESPOSTAS

QUESTÃO	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Para correção do pré-teste, o professor deve considerar, como gabarito, as seguintes respostas:

- 1) c 2) a 3) b 4) a 5) b 6) b 7) a 8) c
 9) b 10) b 11) a 12) c 13) b 14) b 15) b

5.2 AULA 2

1. Exposição teórica inicial: são explicadas as relações entre corrente elétrica, diferença de potencial e potência elétrica, em um determinado resistor. Aplicando essas ideias ao estudo dos

circuitos elétricos, o professor estabelece que o brilho de uma lâmpada incandescente possui relação direta com a potência por ela dissipada.

2. Não ocorre demonstração de funcionamento de circuito.

3. Resolução dos seguintes testes conceituais, de acordo com o método *Peer Instruction*:

1) (GREF ADAPTADA) Em um secador de cabelo as informações fornecidas pelo fabricante são: (110 V; 50-60 Hz; 100 W). Esse aparelho, quando ligado durante 10 minutos, "gasta" mais energia que:

- a) Uma lâmpada 110 V - 60 W, ligada durante 10 minutos.
- b) Uma lâmpada de 220 V - 100 W, ligada durante 10 minutos.
- c) Uma lâmpada de 110 V - 150 W, ligada durante 10 minutos.
- d) Um secador de 220 V - 100 W, ligado durante 20 minutos.

2) (GREF) A transmissão de energia elétrica à grande distância é acompanhada de perdas causadas pela transformação de energia elétrica em:

- a) calor.
- b) magnetismo.
- c) energia cinética.
- d) luz.

3) (UFTM/ADAPTADA) Um resistor de resistência variável encontra-se submetido a uma diferença de potencial de intensidade invariável. Faz-se, então, com que o valor de sua resistência sofra uma modificação. Indicando-se com uma seta apontada para cima a ideia de crescimento da intensidade, e, de modo inverso, uma seta apontada para baixo, a ideia de decréscimo da intensidade, e abreviando as grandezas resistência elétrica, corrente elétrica e potência, respectivamente por R, i e P, das implicações apontadas, é **CORRETA** a

- A) $R \uparrow \Rightarrow i \uparrow \Rightarrow P \uparrow$
- B) $R \uparrow \Rightarrow i \uparrow \Rightarrow P \downarrow$
- C) $R \uparrow \Rightarrow i \downarrow \Rightarrow P \downarrow$
- D) $R \uparrow \Rightarrow i \downarrow \Rightarrow P$ (inalterada)

4) (GREF/ADAPTADA) No caso de um chuveiro ligado à rede de distribuição de energia elétrica:

- a) diminuindo-se o comprimento do resistor, reduz-se a potência consumida.
- b) aumentando-se o comprimento do resistor e conservando-se constante a vazão de água, a sua

temperatura aumenta.

- c) para conservar a temperatura da água, quando se aumenta a vazão, deve-se diminuir o comprimento do resistor do chuveiro.
- d) a potência consumida independe da resistência elétrica do chuveiro.

GABARITO: 1)a 2) a 3) c 4) c.

5.3 AULA 3

1. Exposição teórica inicial: introduz-se a ideia de circuito elétrico composto por um gerador e um resistor.

2. Apresentação do circuito1:

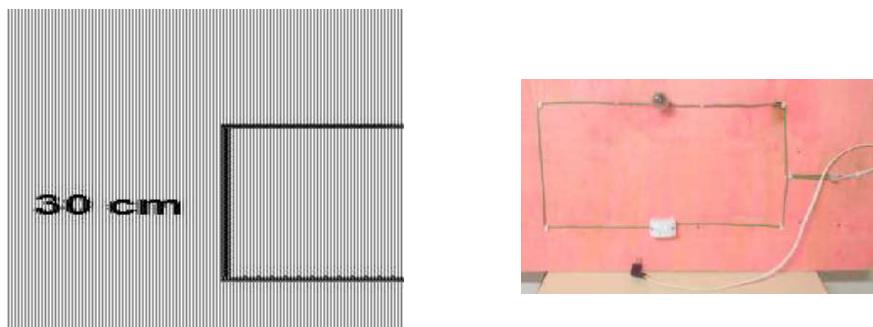


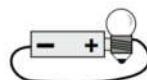
Figura 3 - Diagrama e fotografia do circuito 1.

O circuito 1 é montado com os seguintes materiais:

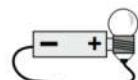
- Base de madeira compensada, tipo madeirit, com dimensões aproximadas de 1,10 m x 0,55 m;
- 1,60 m de fio liso, com área de seção transversal ou “bitola” igual a $2,50 \text{ mm}^2$;
- 1,00 m de fio paralelo, com área de seção transversal ou “bitola” igual a $2,50 \text{ mm}^2$;
- Fixa-fios plásticos, tipo “prego miguelão”;
- Conectores de fios, de plástico;
- Um bocal para lâmpada, cerâmico;
- Um plugue macho;
- Um interruptor sobreposto simples;
- Uma lâmpada incandescente (L_1), com potência nominal de 60 W.

3. Resolução dos seguintes testes conceituais, de acordo com o método *Peer Instruction*:

1) (UFMG) Um professor pediu a seus alunos que ligassem uma lâmpada a uma pilha com um pedaço de fio de cobre. Nestas figuras, estão representadas as montagens feitas por quatro estudantes:



Carlos



João



Mateus

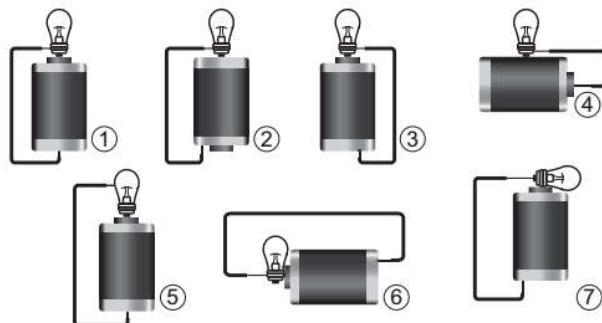


Pedro

Considerando-se essas quatro ligações, é CORRETO afirmar que a lâmpada vai acender apenas

- a) na montagem de Mateus.
- b) na montagem de Pedro.
- c) nas montagens de João e Pedro.
- d) nas montagens de Carlos, João e Pedro.

2) (ENEM/ADAPTADA) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- a) (1), (3), (6)
- b) (3), (4), (5)
- c) (1), (3), (5)
- d) (1), (3), (7)



3) (ENEM/ADAPTADA) Lâmpadas incandescentes são normalmente projetadas para trabalhar com a tensão da rede elétrica em que serão ligadas. Em 1997, contudo, lâmpadas projetadas para funcionar com 127 V foram retiradas do mercado e, em seu lugar, colocaram-se lâmpadas concebidas para uma tensão de 120 V. Segundo dados recentes, essa substituição representou uma mudança significativa no consumo de energia elétrica para cerca de 80 milhões de brasileiros que residem nas regiões em que a tensão da rede é de 127 V. A tabela abaixo apresenta algumas características de duas lâmpadas de 60 W, projetadas respectivamente para 127 V (antiga) e 120 V (nova), quando ambas encontram-se ligadas numa rede de 127 V.

Lâmpada (projeto original)	Tensão da rede elétrica	Potência medida (watt)	Luminosidade medida (lúmens)	Vida útil média (horas)
60W – 127V	127V	60	750	1000
60W – 120V	127V	65	920	452

Acender uma lâmpada de 60 W e 120 V em um local onde a tensão na tomada é de 127 V, comparativamente a uma lâmpada de 60 W e 127 V no mesmo local tem como resultado:

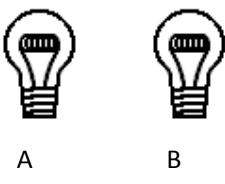
- a) mesma potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
- b) mesma potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.
- c) maior potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
- d) maior potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.

4) (FURG/ADAPTADA) As lâmpadas de uma casa, ligadas a uma tensão de 110 V, queimam com muita frequência. A dona da casa pensa em adquirir lâmpadas de 130 V ao invés de 110 V, como é habitual, porque acredita que estas terão maior durabilidade. Esse procedimento será

- a) válido, porém as lâmpadas terão luminosidade reduzida.
- b) impossível, pois as lâmpadas queimarão imediatamente.
- c) perigoso, pois sobrecarregará a rede elétrica.
- d) inútil, pois as lâmpadas não vão acender.

5) (PUC/ADAPTADA) Considere duas lâmpadas, **A** e **B**, idênticas a não ser pelo fato de que o filamento de **B** é mais grosso que o filamento de **A**. Se cada uma estiver sujeita a uma ddp de 110 volts:





- a) **A** será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
 b) **B** será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
 c) **A** será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
 d) **B** será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.

GABARITO: 1) c 2) d 3) d 4) a 5) d.

5.4 AULA 4

1. Exposição teórica inicial: características principais de uma associação de resistores em série.

2. Apresentação do circuito 2:

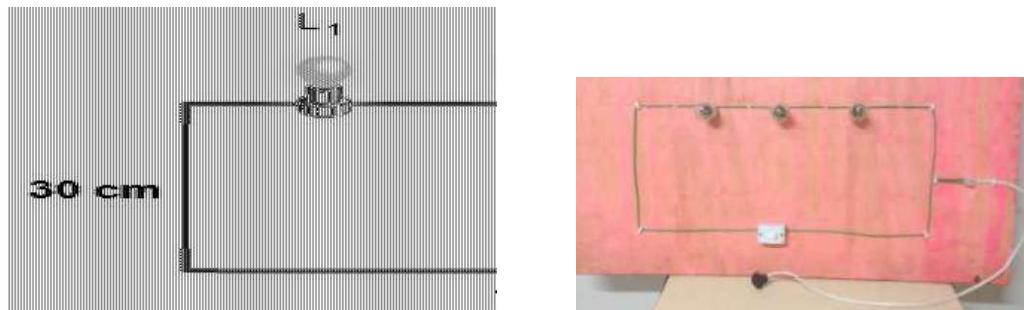


Figura 4- Diagrama e fotografia do circuito 2.

O circuito 2 é montado com os seguintes materiais:

- Base de madeira compensada, tipo madeirit, com dimensões aproximadas 1,10 m x 0,55 m.
- 2,00 m de fio liso, com área de seção transversal ou “bitola” igual a $2,50 \text{ mm}^2$;
- 1,00 m de fio paralelo, com área de seção transversal ou “bitola” igual a $2,50 \text{ mm}^2$;
- Fixa-fios plásticos, tipo “prego miguelão”;
- Conectores de fios, de plástico;
- Três bocais para lâmpada, cerâmicos;
- Um plugue macho;
- Um interruptor sobreposto simples;
- Três lâmpadas incandescentes (L_1 , L_2 e L_3), com potência nominal de 60 W, cada uma.

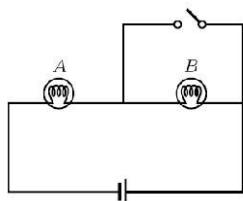
3. Resolução dos seguintes testes conceituais, de acordo com o método *Peer Instruction*:



1) (MAZUR/ADAPTADA) Considere dois resistores idênticos conectados em série (um atrás do outro). Se houver corrente elétrica circulando através da combinação, a corrente no segundo resistor será

- a) igual à corrente no primeiro.
- b) metade da corrente no primeiro.
- c) menor (mas não necessariamente metade) do que a corrente no primeiro resistor.

2) (MAZUR/ADAPTADA) O circuito abaixo consiste em uma única bateria de 12 V e duas lâmpadas de filamento idênticas brilhando com a mesma intensidade. Quando a chave é fechada, o brilho da lâmpada A



- a) aumenta.
- b) permanece inalterado.
- c) diminui.

3) (PUC 2000) Considere duas situações. Na situação A, uma lâmpada é conectada a uma bateria, e, na situação B, duas lâmpadas iguais são conectadas em série à mesma bateria.

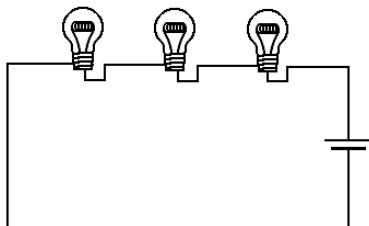


Figura retirada do site <https://souvestibulando.files.wordpress.com/2012/03/circuito-e-associac3a7c3a3o.doc>.
Acesso em 22/04/2016.

Comparando-se as duas situações, na situação B a bateria provê:

- a) a mesma luminosidade.
- b) maior corrente.
- c) menor corrente.
- d) maior luminosidade.

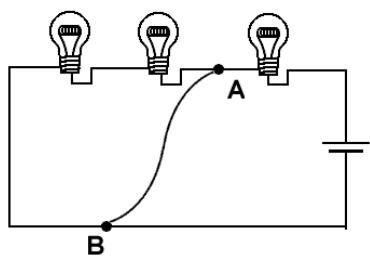
4) O circuito a seguir é constituído por três lâmpadas incandescentes idênticas e um gerador:



Quando ligamos um fio ideal entre os pontos A e B, conforme o esquema a seguir, a resistência



equivalente do circuito:



- a) aumenta.
b) diminui.
c) permanece constante.
d) torna-se nula.

GABARITO: 1) a 2) a 3) c 4) b.

5.5 AULA 5

1. Exposição teórica inicial: características principais de uma associação de resistores em paralelo.

2. Apresentação do circuito3:

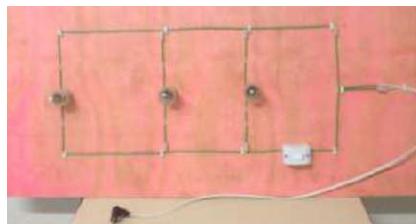
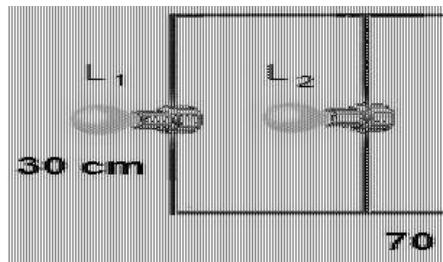


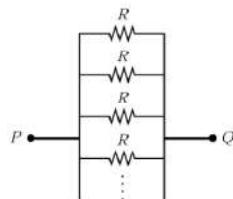
Figura 5 - Diagrama e fotografia do circuito 3.

O circuito 3 é montado com os seguintes materiais:

- Base de madeira compensada, tipo madeirit, com dimensões aproximadas $1,10\text{ m} \times 0,55\text{ m}$.
- 2,60 m de fio liso, com área de seção transversal ou “bitola” igual a $2,50\text{ mm}^2$;
- 1,00 m de fio paralelo, com área de seção transversal ou “bitola” igual a $2,50\text{ mm}^2$;
- Fixa-fios plásticos, tipo “prego miguelão”;
- Conectores de fios, de plástico;
- Três bocais para lâmpada, cerâmicos;
- Um plugue macho;
- Um interruptor sobreposto simples;
- Três lâmpadas incandescentes (L_1 , L_2 e L_3), com potência nominal de 60 W, cada uma.

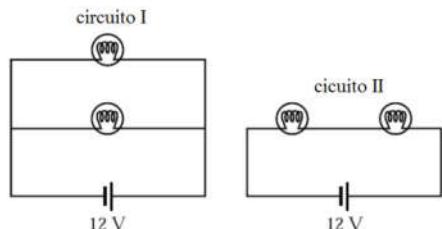
3. Resolução dos seguintes testes conceituais, de acordo com o método *Peer Instruction*:

- 1) (MAZUR, ADAPTADA)** No circuito em paralelo mostrado abaixo, quando resistores idênticos R são acrescentados, a resistência total entre os pontos P e Q



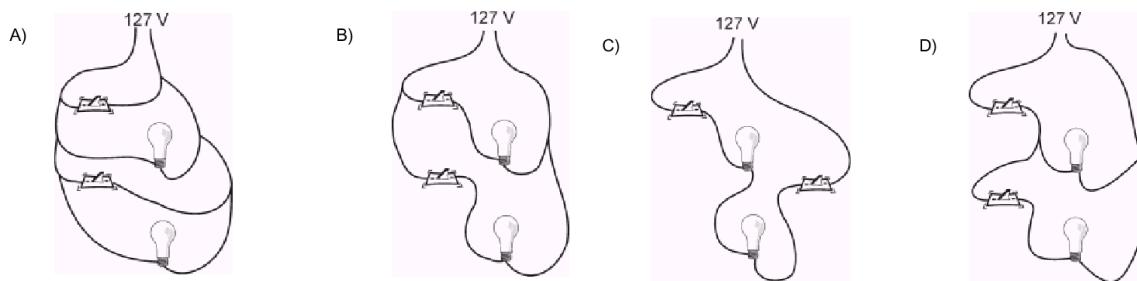
- a) aumenta.
- b) permanece constante.
- c) diminui.

- 2) (MAZUR, ADAPTADA)** Se as quatro lâmpadas de filamento da figura forem idênticas, qual circuito produzirá mais luz?



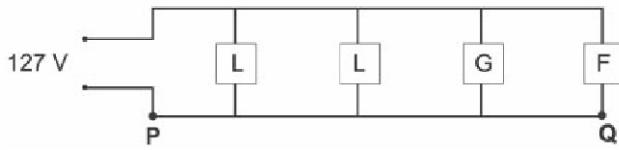
- a) I.
- b) as duas emitem a mesma quantidade de luz.
- c) II.

- 3) (UFMG)** Na sala da casa de Marcos, havia duas lâmpadas que eram ligadas/desligadas por meio de um único interruptor. Visando a economizar energia elétrica, Marcos decidiu instalar um interruptor individual para cada lâmpada. Assinale a alternativa em que está representada uma maneira **CORRETA** de se ligarem os interruptores e lâmpadas, de modo que cada interruptor acenda e apague uma única lâmpada.



- 4) (UFMG)** O circuito da rede elétrica de uma cozinha está representado, esquematicamente, nesta figura:

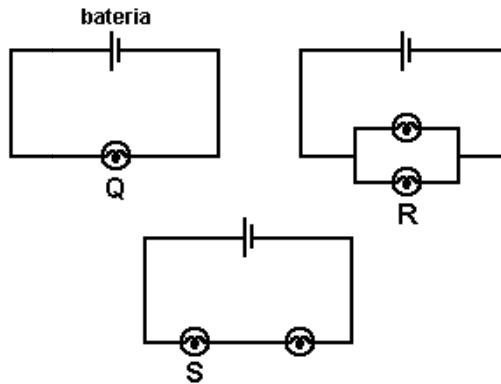




Nessa cozinha, há duas lâmpadas **L**, uma geladeira **G** e um forno elétrico **F**. Considere que a diferença de potencial na rede elétrica é constante. Inicialmente, apenas as lâmpadas e o forno estão em funcionamento. Nessa situação, as correntes elétricas nos pontos **P** e **Q**, indicados na figura, são, respectivamente, i_p e i_q . Em um certo instante, a geladeira entra em funcionamento. Considerando-se essa nova situação, é **CORRETO** afirmar que

- a) i_p e i_q se alteram.
- b) apenas i_p se altera.
- c) i_p e i_q não se alteram.
- d) apenas i_q se altera.

5) (UFMG) Em uma experiência, Nara conecta lâmpadas idênticas a uma bateria de três maneiras diferentes, como representado nestas figuras:



Considere que, nas três situações, a diferença de potencial entre os terminais da bateria é a mesma e os fios de ligação têm resistência nula. Sejam P_Q , P_R e P_S os brilhos correspondentes, respectivamente, às lâmpadas Q, R e S. Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que

- a) $P_Q > P_R$ e $P_R = P_S$.
- b) $P_Q = P_R$ e $P_R > P_S$.
- c) $P_Q > P_R$ e $P_R > P_S$.
- d) $P_Q < P_R$ e $P_R = P_S$.

GABARITO: 1) c 2) a 3) b 4) b 5) b.

5.6 AULA 6

1. Exposição teórica inicial: características principais de uma associação mista de resistores.



2. Apresentação do circuito 4:

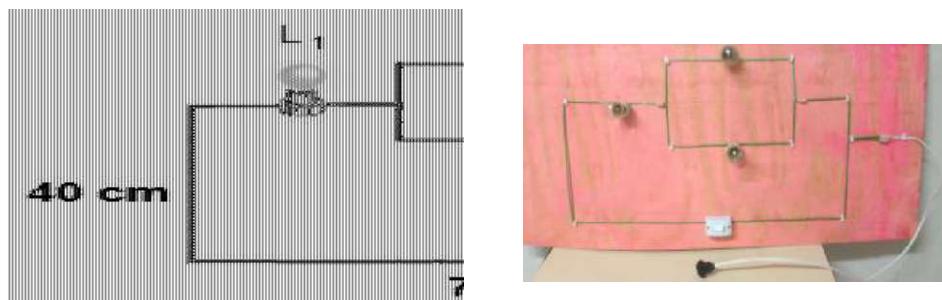


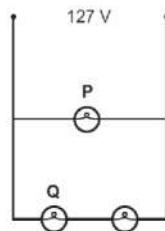
Figura 6 - Diagrama e fotografia do circuito 4.

O circuito 4 é montado com os seguintes materiais:

- Base de madeira compensada, tipo madeirit, com dimensões aproximadas 1,10 m x 0,55 m. Para sua construção, são utilizados:
- 3,20 m de fio liso, com área de seção transversal ou “bitola” igual a 2,50 mm²;
- 1,00 m de fio paralelo, com área de seção transversal ou “bitola” igual a 2,50 mm²;
- Fixa-fios plásticos, tipo “prego miguelão”;
- Conectores de fios, de plástico;
- Três bocais para lâmpada, cerâmicos;
- Um plugue macho;
- Um interruptor sobreposto simples;
- Três lâmpadas incandescentes (L_1 , L_2 e L_3), com potência nominal de 60 W, cada uma.

3. Resolução dos seguintes testes conceituais, de acordo com o método *Peer Instruction*:

- 1) (UFMG)** Aninha ligou três lâmpadas idênticas à rede elétrica de sua casa, como mostrado nesta figura:



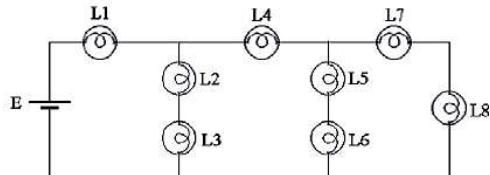
Seja V_p a diferença de potencial e i_p corrente na lâmpada P. Na lâmpada Q, essas grandezas são, respectivamente, V_Q e i_Q . Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| a) $V_p < V_Q$ e $i_p > i_Q$ | c) $V_p < V_Q$ e $i_p = i_Q$ |
| b) $V_p > V_Q$ e $i_p > i_Q$ | d) $V_p > V_Q$ e $i_p = i_Q$ |

- 2) (ENEM)** Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma



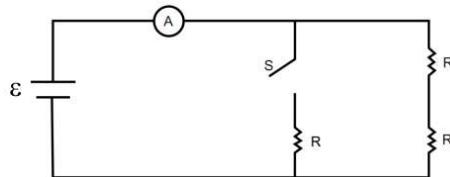
peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos, que instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura.



Nessa situação, quais são as três lâmpadas que acendem com o mesmo brilho por apresentarem igual valor de corrente fluindo nelas, sob as quais devem se posicionar os três atores?

- a) L1, L2 e L3
- b) L2, L3 e L4
- c) L2, L5 e L7
- d) L4, L5 e L6
- e) L4, L7 e L8

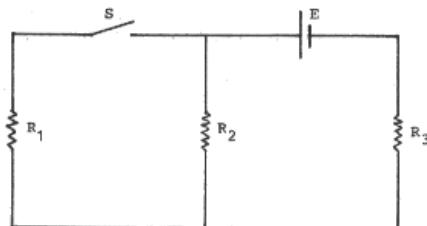
3) (UFMG)Observe este circuito, constituído de três resistores de mesma resistência R; um amperímetro A; uma bateria ϵ ; e um interruptor S:



Considere que a resistência interna da bateria e a do amperímetro são desprezíveis e que os resistores são ôhmicos. Com o interruptor S inicialmente desligado, observa-se que o amperímetro indica uma corrente elétrica i . Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que, quando o interruptor S é ligado, o amperímetro passa a indicar uma corrente elétrica

- a) $2i/3$.
- b) $i/2$.
- c) $2i$.
- d) $3i$.

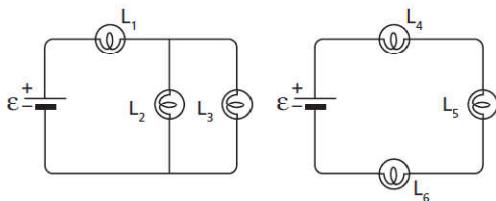
4) (FUVEST/ADAPTADA) No circuito a seguir, quando se fecha a chave S, provoca-se:



- a) aumento da corrente que passa por R_2 .
- b) diminuição do valor da resistência R_3 .
- c) aumento da corrente em R_3 .
- d) aumento da voltagem em R_2 .



5) Usando seis lâmpadas iguais e dois geradores iguais, foram montados os dois circuitos a seguir:



Considerando as baterias ideais e desprezando a influência da temperatura na resistência elétrica, compare o brilho da lâmpada L_2 com o da lâmpada L_5 .

- a) L_2 brilha mais do que L_5 .
- b) L_2 brilha menos do que L_5 .
- c) o brilho das lâmpadas é igual.

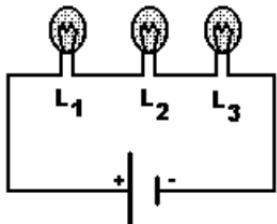
GABARITO: 1) b 2) b 3) c 4) c 5) c.

5.7 AULA 7

A última aula da sequência didática é reservada para aplicação do pós-teste que deve ser, obrigatoriamente, idêntico ao pré-teste (MAZUR, 2015):

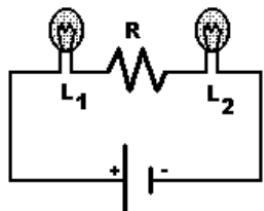
Em todas as questões deste teste admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.

1) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, pode-se afirmar que:



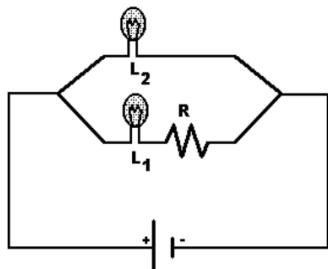
- a) L_1 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_3 .
- b) L_3 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_1 .
- c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.

2) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, R é um resistor. Neste circuito:



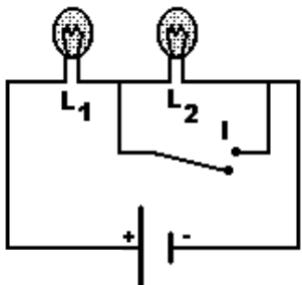
- a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho.
- b) L_1 brilha mais do que L_2 .
- c) L_2 brilha mais do que L_1 .

3) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, R é um resistor. Neste circuito:



- a) L_1 tem o mesmo brilho de L_2 .
- b) L_2 brilha mais do que L_1 .
- c) L_1 brilha mais do que L_2 .

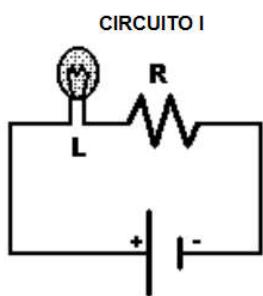
4) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, I é um interruptor aberto. Ao fechá-lo:



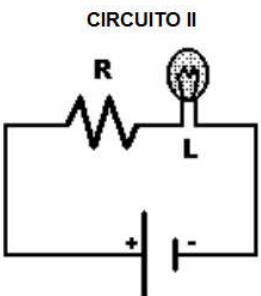
- a) aumenta o brilho de L_1 .
- b) o brilho de L_1 permanece o mesmo.
- c) diminui o brilho de L_1 .

5) (ADAPTADA) Nos circuitos I e II, a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos.

Nestas situações:



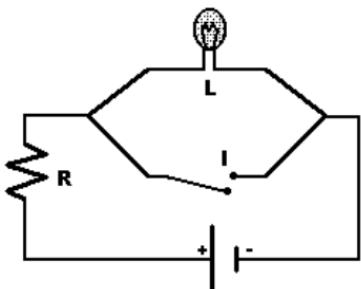
CIRCUITO I



CIRCUITO II

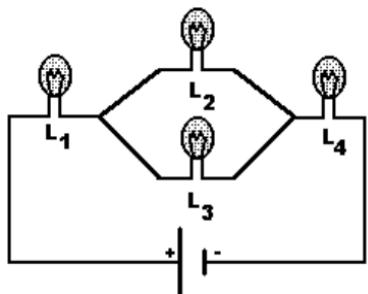
- a) L brilha mais no circuito I
- b) L brilha igual em ambos os circuitos.
- c) L brilha mais no circuito II.

6) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. Ao fechar o interruptor:



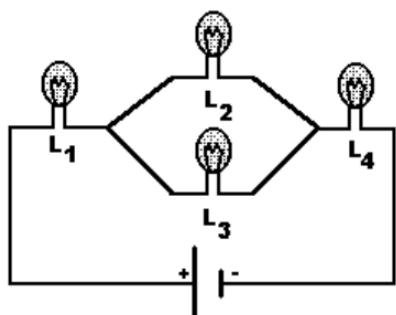
- a) L continua brilhando como antes.
- b) L deixa de brilhar.
- c) L diminui seu brilho, mas não apaga.

7) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir o brilho de L_1 é:



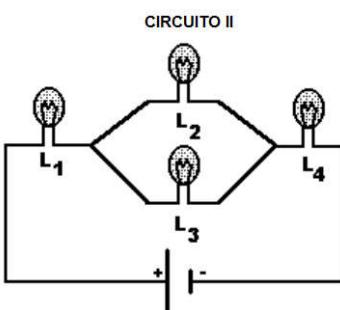
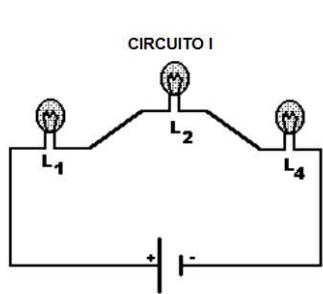
- a) igual ao de L_4 .
- b) maior do que o de L_4 .
- c) menor do que o de L_4 .

8) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir o brilho de L_2 é:



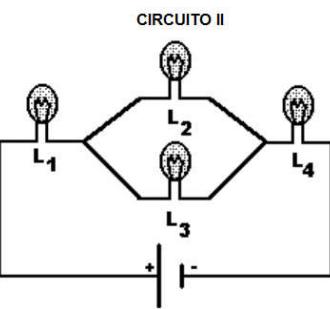
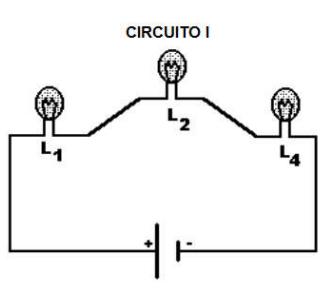
- a) igual ao de L_4 .
- b) maior do que o de L_4 .
- c) menor do que o de L_4 .

9) (ADAPTADA) Quando se compara o brilho de L_1 nos circuitos I e II ele é:



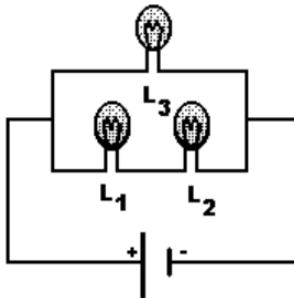
- a) maior no circuito II.
- b) menor no circuito II.
- c) o mesmo nos dois.

10) (ADAPTADA) Quando se compara o brilho de L_4 nos circuitos I e II ele é:



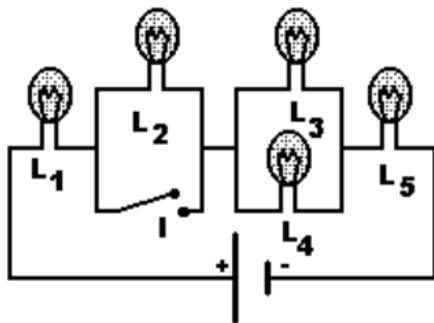
- a) maior no circuito II.
- b) menor no circuito II.
- c) o mesmo nos dois.

11) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir:



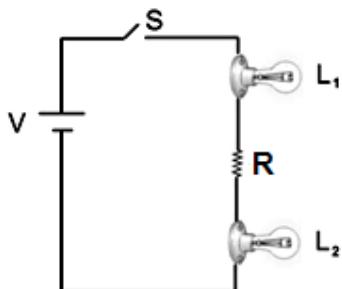
- a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho que é menor do que o de L_3 .
- b) L_1 brilha mais do que L_2 e do que L_3 .
- c) L_1 , L_2 e L_3 brilham igualmente.

12) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, quando o interruptor é aberto, as lâmpadas L_3 e L_4 deixam de brilhar, embora L_2 brilhe. O que acontece com as lâmpadas L_1 e L_5 ?



- a) nem L_1 , nem L_5 brilham.
- b) L_1 brilha e L_5 não brilha.
- c) L_1 e L_5 brilham.

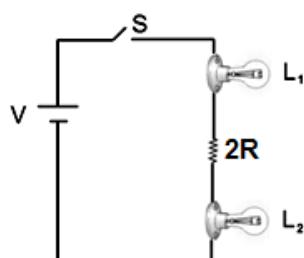
13) **Situação A:** na figura a seguir, R é a resistência, L_1 e L_2 são duas lâmpadas idênticas, V é a bateria e S é uma chave que abre e fecha o circuito. Nessas condições, quando a chave é fechada podemos afirmar que:



- a) L_1 brilha mais que L_2 .
- b) L_1 e L_2 são igualmente brilhantes.
- c) L_1 brilha menos que L_2 .

Situação A

14) (ADAPTADA) **Situação B:** o circuito é o mesmo da situação A, mas o valor da resistência agora é $2R$. Nas condições da situação B, quando a chave é fechada podemos afirmar que:



Situação B

- a) L_1 brilha mais na situação B do que na situação A.
 b) L_1 brilha menos na situação B do que na situação A.
 c) L_1 é igualmente brilhante na situação B e na situação A.

15) Nas condições da **situação B**, quando a chave está fechada, podemos afirmar que:

- a) L_2 brilha mais na situação B do que na situação A.
 b) L_2 brilha menos na situação B do que na situação A.
 c) L_2 é igualmente brilhante na situação B e na situação A.

RESPOSTAS

QUESTÃO	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Para correção do pós-teste, considera-se, como gabarito, as seguintes respostas:

- 1) c 2) a 3) b 4) a 5) b 6) b 7) a 8) c
 9) b 10) b 11) a 12) c 13) b 14) b 15) b

Todas as questões utilizadas nesta sequência didática estão disponíveis no link <https://drive.google.com/open?id=0Bz4ORYR7MgyEaEV2cDdoX2poOW8>.

6 CÁLCULO DO GANHO NORMALIZADO OU *GANHO DE HAKE*

O ganho normalizado g , ou *ganho de Hake*, é um parâmetro usado para medir a evolução do aprendizado de uma turma submetida a um determinado método de ensino, adotado em trabalhos nacionais e internacionais (HAKE, 1998; BARROS et al., 2004; MAZUR, 2015). Esse parâmetro analisa, quantitativamente, a porcentagem de acertos em pré-testes e pós-testes e é calculado pela seguinte expressão (BARROS et al., 2004):

$$g = \frac{\% \text{pós} - \% \text{pré}}{100\% - \% \text{pré}} \quad (1)$$

Na equação 1, %pós é a porcentagem de acertos no pós-teste, em determinada turma, e %pré é a porcentagem de acertos no pré-teste, para a mesma turma. O cálculo do *ganho de Hake* permite avaliar se a turma em estudo obteve resultado compatível com os apresentados pela literatura especializada em metodologias de aprendizagem ativa (HAKE, 1998; BARROS et al., 2004; MAZUR, 2015; ARAUJO et al., 2017).

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. V. R. DE; SILVA, E. S.; DE JESUS, V. L. B.; DE OLIVEIRA, A. L. Uma associação do método *Peer Instruction* com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 2, e2401, 2017. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbef/v39n2/1806-1117-rbef-39-02-e2401.pdf>. Acesso em 07 nov. 2016.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 364, abr. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/26150>>. Acesso em: 22 maio 2016.

BALEN, O.; VILLAS-BOAS, V.; CATELLI, F. **Concepções alternativas e aprendizagem ativa em um contexto de ensino – aprendizagem de circuitos elétricos nas físicas introdutórias para engenheiros**. Artigo apresentado no XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE 2008, realizado na cidade de São Paulo, 2008.

BARROS, J. A.; REMOLD, J.; SILVA, G. S. F.; TAGLIATI, J. R. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 63, 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v26n1/a11v26n1.pdf>>. Acesso em: 07 de dez. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Comunicado nº 001/2012 - Área de Ensino - Orientações para novos APCNS**. Brasília: MEC, 2012.

CUMMINGS, K.; ROBERTS S. G. A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students. **Physics Education Research Conference**, v.1064, p. 103-106, 2008. Disponível em <<http://www.compadre.org/per/document/ServeFile.cfm?ID=8019&DocID=715&Attachment=1>>. Acesso em: 27 maio 2016.

DINIZ, A. C. **Implementação do Método Peer Instruction em Aulas de Física no Ensino Médio**. 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. 2015. Disponível em: <<http://www.novoscursos.ufv.br/posgrad/ufv/posensinofisica/www/wp-content/uploads/2016/02/disserta%C3%A7%C3%A3o-produto-educacional.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2016.

HAKE, R. R. Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, p. 64-74, 1998. Disponível em <<http://www.physics.indiana.edu/~sdi/ajpv3i.pdf>>. Acesso em: 27 maio 2016.

MAZUR, E. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015. 252 p.

MÜLLER, M. G. **Metodologias interativas na formação de professores de física: um estudo de caso com o Peer Instruction**. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72092/000882183.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 maio 2016.

PRINCE, M. Does Active Learning Work? A review of the Research. **Journal of Engineering Education**, ProQuest Central, 223-231. Disponível em

<http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Prince_AL.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. In: Rocha Filho, J. B. (Org.). **Física no ensino médio: falhas e soluções**. Porto Alegre: Edipucrs, 2011. p. 61-67. Disponível em http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Corrente_eletrica.pdf.>Acesso em: 27 maio 2016.

Site do aplicativo **Plickers**. Disponível em <www.plickers.com>. Acesso em: 27 maio 2016.

STEFANOVITS, A. (E.) **Ser Protagonista: Física**, 3º ano. 2 ed. São Paulo: Edições SM, 2013. 319 p.

