

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS  
(PEER INSTRUCTION) ALIADO A MÍDIAS DIGITAIS PARA  
O ENSINO DE FONTES DE ENERGIA: PRODUÇÃO,  
DISTRIBUIÇÃO E CONSUMO

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA SUA UTILIZAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ENSINO DE CIÊNCIAS DO INSTITUTO  
FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

**Autores:**  
Wellington Dutra dos Reis  
Alexandre Lopes de Oliveira

---

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	1
1.1 O MÉTODO INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS - IPC (PEER INSTRUCTION).....	2
2.1 PRÉ E PÓS TESTE .....	8
GABARITO DO PRÉ E PÓS TESTE .....	14
2.2 TESTES CONCEITUAIS .....	15
2.2.1. FONTES DE ENERGIA .....	15
2.2.2. USINAS HIDRELÉTRICAS .....	17
2.2.3. USINAS TERMELÉTRICAS.....	20
2.2.4. RADIOATIVIDADE, FISSÃO E FUSÃO.....	23
2.2.5. USINA NUCLEAR .....	25
2.2.6. USINA SOLAR.....	26
GABARITO DOS TESTES CONCEITUAIS.....	29
2.3 TAREFAS DE LEITURA E ATIVIDADES PRÉ AULA .....	30
CAPÍTULO I: ENERGIA.....	30
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. FONTES DE ENERGIA .....	32
3. QUEM USA A ENERGIA DO BRASIL? .....	34
4. MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA (2016) .....	34
5. VÍDEOS E LINKS.....	35
6. REFERÊNCIAS .....	35
TAREFA DE LEITURA 1 .....	36
TAREFA DE LEITURA 1.1.....	36
CAPÍTULO II: USINA HIDROELÉTRICA .....	37
1. FUNCIONAMENTO .....	37
2. VANTAGENS .....	39
3. DESVANTAGENS .....	39
4. CONTEXTUALIZANDO .....	40
4.1 BANDEIRA TARIFÁRIA .....	40
4.2 BRASIL AS ESCURAS .....	40
5. VÍDEOS E LINKS.....	41
6. REFERÊNCIAS .....	41

---

<b>TAREFAS DE LEITURA 2</b> .....	<b>42</b>
<b>TAREFA DE LEITURA 2.1</b> .....	<b>42</b>
<b>TAREFA DE LEITURA 2.2</b> .....	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO III: USINA TERMOELÉTRICA</b> .....	<b>44</b>
<b>1. FUNCIONAMENTO</b> .....	<b>44</b>
<b>2. VANTAGENS</b> .....	<b>46</b>
<b>2. DESVANTAGENS</b> .....	<b>47</b>
<b>4. CONTEXTUALIZANDO</b> .....	<b>47</b>
<b>4.1 CHUVA ÁCIDA</b> .....	<b>47</b>
<b>5. VÍDEOS E LINKS</b> .....	<b>48</b>
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>
<b>TAREFAS DE LEITURA 3</b> .....	<b>49</b>
<b>TAREFA DE LEITURA 3.1</b> .....	<b>49</b>
<b>TAREFA DE LEITURA 3.2</b> .....	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO IV: ESTRUTURA DA MATÉRIA</b> .....	<b>51</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>51</b>
<b>1. RADIOATIVIDADE</b> .....	<b>51</b>
<b>3. FISSÃO NUCLEAR E FUSÃO NUCLEAR</b> .....	<b>52</b>
<b>3.1 FISSÃO NUCLEAR</b> .....	<b>52</b>
<b>3.1 FUSÃO NUCLEAR</b> .....	<b>53</b>
<b>4. VÍDEOS E LINKS</b> .....	<b>54</b>
<b>5. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>
<b>TAREFA DE LEITURA 4</b> .....	<b>55</b>
<b>TAREFA DE LEITURA 4.1</b> .....	<b>55</b>
<b>CAPÍTULO V: USINA NUCLEAR</b> .....	<b>56</b>
<b>1. FUNCIONAMENTO</b> .....	<b>56</b>
<b>2. VANTAGENS</b> .....	<b>56</b>
<b>2. DESVANTAGENS</b> .....	<b>57</b>
<b>2. A USINA NUCLEAR NO BRASIL E NO MUNDO</b> .....	<b>57</b>
<b>4. CONTEXTUALIZANDO</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1 O ACIDENTE NUCLEAR DE CHERNOBYL</b> .....	<b>59</b>
<b>4.1 O ACIDENTE DO CÉSIO 137</b> .....	<b>59</b>
<b>4. VÍDEOS E LINKS</b> .....	<b>60</b>

---

5. REFERÊNCIAS .....	60
TAREFA DE LEITURA 5 .....	61
TAREFA DE LEITURA 5.1 .....	61
CAPÍTULO VI: EFEITO FOTOELÉTRICO E A USINA SOLAR.....	62
1. EFEITO FOTOELÉTRICO .....	62
2. USINA SOLAR.....	63
2.1 FUNCIONAMENTO .....	63
2.2 VANTAGENS .....	65
2.3 DESVANTAGENS .....	65
2.3 ENERGIA SOLAR NO BRASIL E NO MUNDO .....	65
4. VÍDEOS E LINKS.....	67
5. REFERÊNCIAS .....	68
TAREFA DE LEITURA 6 .....	69
TAREFA DE LEITURA 6.1 .....	69
3.1 PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS UTILIZADAS .....	70
3.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO .....	73
3.2.1 OS TESTES CONCEITUAIS.....	73
3.2 GANHO NORMALIZADO HAKE .....	77

---

# A 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. Ele surge como um desdobramento da dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, intitulada **“Utilização do método Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) aliado a simulações computacionais para o ensino de fontes de energia: produção, distribuição e consumo”**, defendida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), campus Nilópolis-RJ.

Quanto à organização deste trabalho, no primeiro capítulo é explicado o método Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*), no segundo capítulo estão incluídos todos os materiais (corrigidos e/ou modificados) que foram aplicados em três turmas de segundo ano do Ensino Médio e no terceiro capítulo estão apresentados os resultados da aplicação com alguns comentários feitos pelo autor, que orientam o professor sobre as competências avaliadas e podem servir como norte para uma nova futura aplicação.

A proposta desse material é de sempre ser atualizado pelo professor aplicador conforme for necessário, a cada ano em que se é aplicado. Dessa forma, haverá um número menor de erros no método de aplicação a cada aplicação.

# 1. O MÉTODO

## 1.1 O MÉTODO INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS - IPC (PEER INSTRUCTION)

O IpC é um método de ensino que tem como principal objetivo tornar a aula mais interativa, distanciando-se assim do ensino tradicional, no qual os alunos, em geral, assumem uma postura passiva em sala de aula. Atualmente é um método de ensino consolidado e utilizado em diversas disciplinas, especialmente no ensino superior (CROUCH, MAZUR, 2001; LASRY, MAZUR, WATKINS, 2008; KARWOSKI, 2012).

Uma das principais ideias do método é fazer com que os alunos interajam entre si ao longo das aulas, procurando explicar, uns aos outros, os conceitos que estão sendo abordados, por meio de questionamentos estruturados, que serão apresentados pelo professor (essas questões conceituais foram definidas pelo autor como testes conceituais). Este método auxilia para que os alunos se envolvam com o conteúdo de ensino, promovendo o aprendizado colaborativo (MAZUR, 2015).

A implementação deste método permite que possa ser utilizado em conjunto com outros métodos – como, por exemplo, o EsM (NOVAK et al., 1999) – podendo ser uma estratégia potencialmente significativa para o ensino, colaborando para a compreensão correta dos conceitos físicos, desenvolvendo habilidades de comunicação e facilitando a identificação das dificuldades assinaladas pelos alunos pelo professor (CROUCH, MAZUR, 2001).

A aula IpC é baseada em testes conceituais e, de acordo com a porcentagem de acertos em cada questão, o professor decide sobre a sequência da aula. Na figura 2.1, é apresentado o fluxograma da aula Instrução pelos Colegas:

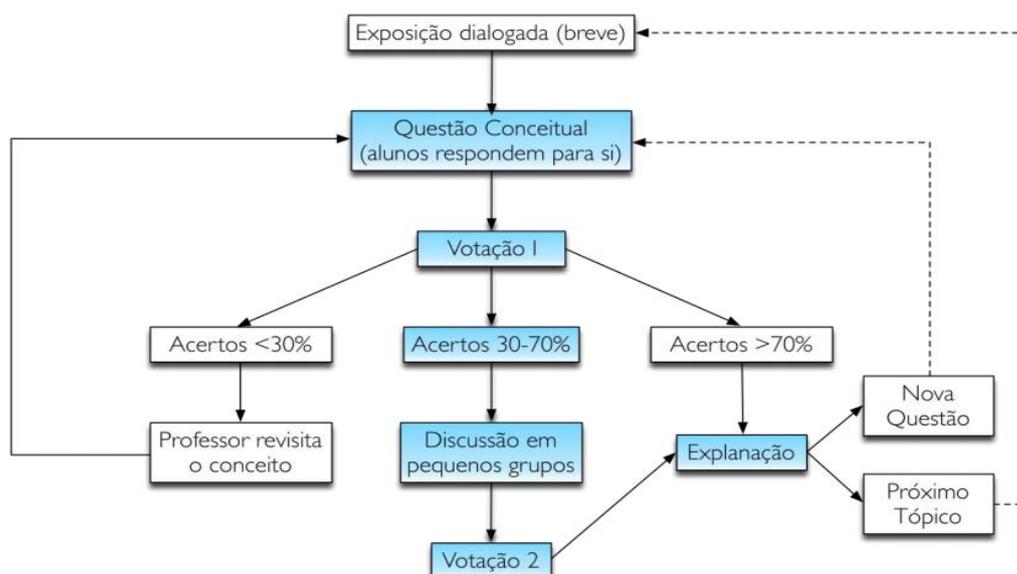


Fig. 2.1 - Diagrama do processo de implementação do método IpC (ARAÚJO e MAZUR, 2013)

Utilizando como base as respostas contidas no estudo prévio que os alunos fizeram pelo EsM, o professor realiza uma exposição breve, que contenha os tópicos nos quais os alunos tiveram maiores

# 1. O MÉTODO

dificuldades. Dessa forma, é possível observar a importância de o professor receber esse questionário com um tempo hábil para formular a sua aula. Se não for possível aplicar o questionário anteriormente, a sugestão do autor (MAZUR, 2015) é que o professor se utilize de sua experiência pedagógica para determinar quais tópicos deverão ser abordados em sala. Essa breve exposição deve durar cerca de 10 a 15 minutos sobre o assunto, enfatizando os conceitos e as ideias que fundamentam o princípio, sempre evitando equações e deduções matemáticas.

Logo após essa breve exposição, o professor apresenta um teste conceitual, anteriormente selecionado, projetando no quadro ou até mesmo por uma folha impressa, como foi o caso do trabalho de Araujo *et al.* (2017), para que o aluno individualmente responda ao professor.

O levantamento das respostas pode ocorrer de várias formas distintas, por exemplo:

1. *Levantar a mão*: como opção mais simples dentre todas as outras, o professor pode pedir para cada estudante levantar a mão para escolher sua resposta. Essa forma de levantamento deve ser utilizada em último caso, pois sua principal desvantagem é a perda de precisão devido à tendência dos alunos a seguir a resposta do colega que ele acredita deter um maior conteúdo da matéria e também porque alguns estudantes podem hesitar em erguer a mão.
2. *Flashcards*: cada estudante recebe um conjunto de cartões (contendo as alternativas A,B,C,D,E) para sinalizar a resposta a uma questão. É importante que o professor realize uma dinâmica – em que as respostas sejam respondidas ao mesmo tempo – para evitar que o aluno não seja influenciado em sua resposta, pois assim o docente terá uma visão geral da turma e poderá calcular o índice de acertos. A principal limitação desse método é o atraso na leitura e no feedback devido a possível demora no recolhimento e cálculo do índice após cada resposta.
3. *Clickers*: dispositivo remoto de resposta, semelhante a um controle remoto (via receptor de radiofrequência), que o aluno utiliza para marcar suas alternativas. Essas respostas são enviadas para um computador por meio de um software. Após repassarem as respostas, o professor, utilizando o software, pode obter a resposta imediatamente. Outra vantagem é que dificilmente um aluno será influenciado pela resposta de outro colega, pois o sistema de respostas é bem sigiloso, exigindo do aluno apenas o toque de um botão. Um ponto negativo é que o custo deste produto requer da instituição um investimento financeiro que pode dificultar a escolha pela sua utilização.
4. *Plickers®*: Este é um software que pode ser baixado gratuitamente pelas lojas oficiais do *Android (Playstore)* e *Apple (apple store)*. Reproduz o funcionamento dos Clickers, sendo necessário apenas criar uma conta no site<sup>1</sup> e cadastrar os dados da classe e questões a serem aplicadas na biblioteca do aplicativo.

Antes do início da aula o professor cadastra na biblioteca do aplicativo todas as questões que vão ser trabalhadas com os alunos da turma, podendo nomear também a turma, auxiliando no registro dos dados gerados na pesquisa.

---

<sup>1</sup> <https://plickers.com/>

# 1. O MÉTODO

No início da aula os alunos recebem um cartão-resposta que apresenta quatro opções de resposta. Pode ser obtido no site do aplicativo ou comprados pelo site oficial. A posição em que ele levanta o cartão-resposta corresponde a uma alternativa.



Fig. 2.2 - Imagem apresentada no site oficial do aplicativo, que apresenta os cartões utilizados para responder os testes conceituais. Fonte: <https://plickers.com>

O professor, com um celular que contenha o aplicativo Plickers®, consegue escanear as respostas e, após o registro, o aplicativo fornece uma parcial daquela questão com relação àquela turma. Devido à facilidade de obtenção do aplicativo e cartões-resposta, esse será o método utilizado nesta pesquisa.



(a)



(b)

Fig. 2.3 – (a) professor escaneando as respostas dos alunos, (b) Celular apresentando o quadro de respostas dos alunos. Fonte: <https://plickers.com>

Aconselha-se que o tempo necessário para que cada aluno responda ao teste conceitual seja entre 2 a 4 minutos. Caso o índice seja inferior a 30%, provavelmente a maioria dos alunos não compreendeu sua abordagem, sendo necessária uma nova explicação com uma outra abordagem. Caso o índice de acertos seja superior a 70%, há um indício de que a maioria entendeu os conceitos, então

# 1. O MÉTODO

o professor pode realizar uma breve explanação do teste conceitual, corrigindo o teste, e segue para o próximo conteúdo.

Porém, quando o índice de acertos fica entre 30% e 70%, é que a metodologia alcança sua eficiência máxima (MAZUR, 2015), uma vez que, nesse caso, uma discussão entre pequenos grupos de alunos anteriormente selecionados deve ser feita, para que juntos façam um pequeno debate para que cada um defenda a sua opção escolhida no teste. Essas discussões, em regra, ajudam a desenvolver habilidades de comunicação, além de facilitar a identificação das dúvidas assinaladas pelos alunos (CROUCH, MAZUR, 2001).

Questões, cuidadosamente escolhidas, fornecem aos alunos a oportunidade para descobrirem e retificarem seus erros e, no decorrer do processo, proporcionam a aprendizagem de conceitos relevantes por meio das discussões entre colegas. Na medida do possível, os grupos devem ser organizados de modo que reúnam alunos que optaram por diferentes alternativas na questão conceitual. Nesse momento, há um processo de interação e convencimento entre os alunos; os que apresentam argumentos mais plausíveis encorajam os demais a substituir suas respostas (MÜLLER, 2013, p.19)

A figura 2.4 representa a síntese dos principais passos quando unimos o IpC com o EsM.

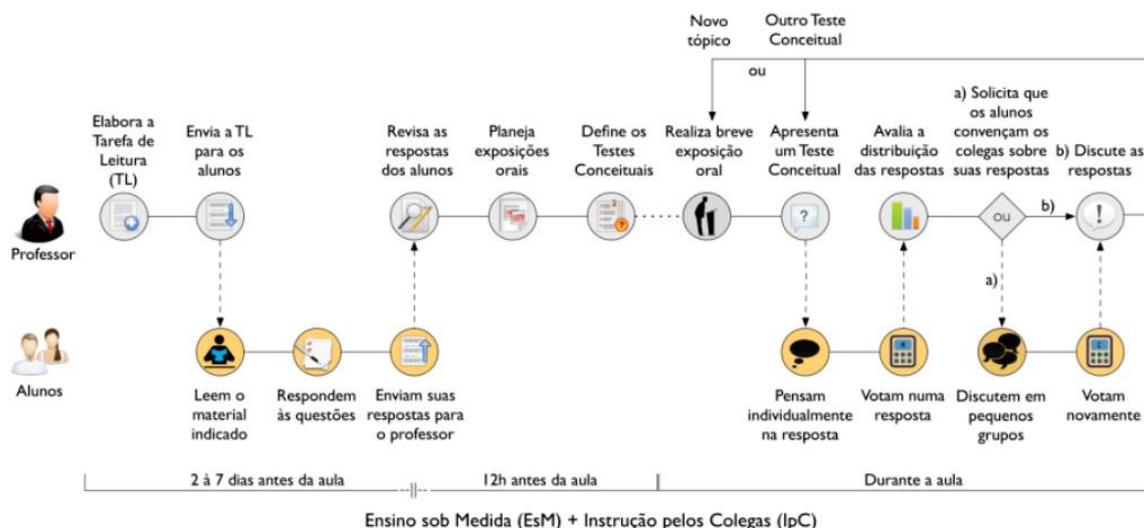


Fig. 2.4 - Diagrama do processo de implementação do método IpC e EsM, para uma determinada aula. (ARAÚJO e MAZUR, 2013)

Pesquisas nacionais recentes (ARAÚJO et al., 2017; DINIZ, 2015; MÜLLER, 2013; ARAÚJO, MAZUR, 2013; OLIVEIRA, 2012) apontam que, após a discussão, os argumentos corretos normalmente convencem os mais equivocados e as respostas dadas após as discussões entre os pares convergem para a resposta correta. Pesquisas semelhantes também apontam que o uso do EsM, em conjunto com o IpC, pode tornar a aprendizagem mais expressiva e eficaz (ARAÚJO, MAZUR, 2013).

Algumas dissertações de mestrado brasileiras apontam estratégias para adoção do IpC, associadas com outras metodologias ativas e adaptadas para a nossa realidade. Oliveira (2012) elaborou uma unidade didática, em nível de Ensino Médio, sobre conceitos fundamentais de

# 1. O MÉTODO

Eletromagnetismo, adequada para utilização com os métodos de ensino-aprendizagem EsM e IpC. Foi desenvolvida em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense. As aulas foram estruturadas em 12 encontros de uma hora e trinta minutos cada. Os resultados apresentados por esse trabalho mostraram que o ensino IpC aliado ao EsM foi potencialmente significativo, explicitando também um ganho de aprendizagem dos conceitos básicos de Eletromagnetismo. A combinação dos métodos conduziu a um ganho de *Hake* igual a 0,65. Além disso, foram analisadas as opiniões dos alunos que, em sua maioria, aprovaram o método de ensino. Segundo o autor,

Já o trabalho de Diniz (2015) foi realizado em uma turma de primeiro ano do Ensino Médio do colégio de aplicação da UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora), compreendendo os seguintes temas de Mecânica: leis de Newton, energia e quantidade de movimento. Os resultados foram analisados pelo ganho de *Hake* e pelo teste *t* de *Student* nas notas do FCI (*Force Concept Inventory*). A turma em que se aplicou o método IpC obteve a menor média de acertos antes da instrução (24,5%) e a maior média de acertos após a aplicação do método (32,3%) em comparação com as turmas-controle (28,5% e 25,0% de acerto no início do curso, e 30,0% e 27,3% de acertos no final, respectivamente). O ganho de *Hake* da turma IpC foi de 0,10 e das turmas-controle foi de 0,02 e 0,03.

Artigos nacionais sobre o tema, em contextos de ensino médio, ainda são escassos e surgem, principalmente, como desdobramentos de pesquisas de mestrado. Em um trabalho mais recente feito por Araujo *et al.* (2017), que analisou os resultados de uma sequência didática baseada no método IpC para o ensino de circuitos elétricos. Os dados obtidos, em dois testes iguais, antes e depois da aplicação do método, foram analisados a partir do ganho normalizado ou ganho de *Hake* e comparados a trabalhos na literatura nacional e internacional. Os resultados revelaram que seis delas apresentaram ganhos compatíveis com aqueles esperados para turmas submetidas a estratégias de aprendizagem ativa de acordo com a literatura nacional (0,22; 0,22; 0,26; 0,33; 0,35 e 0,37). Por outro lado, somente 3 das 7 turmas investigadas obtiveram ganhos compatíveis com aqueles adotados pela literatura internacional (0,33; 0,35 e 0,37) para turmas submetidas a métodos de aprendizagem ativa. Considerando os parâmetros nacionais, no que se refere ao ganho de *Hake*, os desempenhos de 6 das 7 turmas são compatíveis com aqueles previstos para turmas submetidas a essa metodologia. Segundo o autor, devemos tomar cuidado com os valores apresentados pela literatura internacional, pois metodologias em contextos ligeiramente diferentes podem deslocar os valores de ganho normalizado (ARAÚJO *et al.*, 2017).

Conforme levantamento feito em trabalhos nacionais e internacionais, turmas submetidas a metodologia IpC obtiveram resultados do ganho de aprendizagem superiores quando comparadas a turmas submetidas aos métodos tradicionais de ensino. Porém, os resultados esperados em turmas brasileiras, quando comparado a estudos internacionais, são inferiores ao intervalo proposto por Crouch e Mazur (2001). Estes resultados não revogam a aplicabilidade e o valor deste método, mas torna necessário que o pesquisador, ao analisar os resultados, considere a realidade educacional local e da instituição em que pretende aplicar este método.

# 1. O MÉTODO

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. V. R. de; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B. de; OLIVEIRA, A. L. de. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. *Rev. Bras. Ensino Fís.* v.39, n.2, 2017.

ARAÚJO, 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. 362-384, 2013.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E., Peer Instruction: Ten years of experience and results, *American Journal of Physics.* v.69, n.9, p.970-977, 2001.

DINIZ, A.C. *Implementação do Método Peer Instruction em Aulas de Física no Ensino Médio.* 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Viçosa, 2015.

KARWOSKI, A.M. A qualidade do ensino na educação superior. *Revista Triângulo*, v.5, n.1, p.75-86, 2012.

LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J., Peer instruction: From Harvard to the two-year college, *American Journal of Physics*, v.76, n.11, p.1066, 2008.

MAZUR, E. *Peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa* / Eric Mazur; tradução: Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, p.252, 2015.

NOVAK, G. M., PATTERSON, E. T., GAVRIN, A. D., et al. *Just in Time Teaching.* *American Journal of Physics.* V.67, n.10, p. 937, 1999.

OLIVEIRA, V., *Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio.* 2012. 236 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

## 2. O MATERIAL

### 2.1 PRÉ E PÓS TESTE

1) (Mundo Educação - modificada) A construção das grandes usinas hidrelétricas foi uma tônica central no âmbito da produção de eletricidade e fontes de energia do Brasil. No entanto, em virtude das ressalvas, polêmicas e protestos contra os impactos ambientais gerados, o governo brasileiro vem adotando alternativas a essa estratégia.

Além da busca por outras matrizes energéticas, uma medida adotada foi:

- a) a substituição das hidrelétricas antigas por construções mais modernas e com efeitos atenuantes.
- b) a construção das PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas), com menor impacto ambiental.
- c) a migração das centrais para áreas de baixa densidade demográfica, como a região norte do país.
- d) a substituição de todos os equipamentos existentes para aumentar a eficiência nos sistemas de produção e distribuição.

2) (ENEM 2011- modificada) “Águas de março definem se falta luz este ano”. Esse foi o título de uma reportagem em jornal de circulação nacional, pouco antes do início do racionamento do consumo de energia elétrica, em 2001. No Brasil, a relação entre a produção de eletricidade e a utilização de recursos hídricos, estabelecida nessa manchete, se justifica porque:

- a) a geração de eletricidade nas usinas hidrelétricas exige a manutenção de um dado fluxo de água nas barragens.
- b) o sistema de tratamento da água e sua distribuição consomem grande quantidade de energia elétrica.
- c) a geração de eletricidade nas usinas termelétricas utiliza grande volume de água para refrigeração.
- d) o consumo de água e de energia elétrica utilizadas na indústria compete com o da agricultura.

3) (Mundo Educação - modificada)

“As usinas hidrelétricas suprem apenas 2,5% da energia total e 15% da eletricidade produzida pela humanidade”.

(VESENTINI, J. W. *Geografia: o mundo em transição*. São Paulo: Ática, 2012. p.78).

Um dos requisitos necessários para a instalação de hidrelétricas e que impede a utilização desse sistema de produção de energia em todo o mundo é:

- a) a alta demanda por energia.
- b) o emprego de tecnologia avançada em geradores elétricos.
- c) a presença de grandes rios, preferencialmente de planaltos.
- d) a existência de condições climáticas favoráveis.

4) (Mundo Educação - modificada) Apesar das muitas críticas e oposições, as usinas hidroelétricas são amplamente empregadas em países com elevado potencial hidráulico, tais como o Brasil, Estados Unidos, Rússia e China. Uma das vantagens de sua utilização em comparação com outras fontes de energia é:

- a) a utilização de fonte de energia gratuita e renovável.
- b) o maior grau de conservação dos ecossistemas locais.
- c) a remoção quase nula da vegetação circundante.
- d) a maior geração de empregos em todo o seu processo produtivo.

## 2. O MATERIAL

5) (ENEM 2011 - modificada)

*Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de CO<sub>2</sub> das termelétricas.*

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. Revista Ciência Hoje. V. 45, n.º 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte:

- a) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos desse fenômeno.
- b) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- c) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- d) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.

6) (UEL 2012 - modificada) A força das águas tem viabilizado a construção de usinas hidrelétricas de grande porte no Brasil, sendo Itaipu um exemplo. Com base nos conhecimentos sobre desenvolvimento e a questão socioambiental, considere as afirmativas a seguir.

I. A retirada das populações das áreas atingidas por construção de hidrelétricas tem produzido impactos sociais, como o desenraizamento cultural.

II. Itaipu é um exemplo da prioridade dada à preservação dos habitats naturais no projeto nacional-desenvolvimentista defendido pelos militares pós-64.

III. As incertezas sobre os impactos ambientais com a construção de usinas hidrelétricas trouxeram, por desdobramento, a formação de movimentos dos atingidos pelas barragens.

IV. A construção de hidrelétricas liga-se, também, à preocupação com a crise energética mundial prevista para as próximas décadas. Assinale a alternativa correta.

- a) somente as afirmativas II e IV são corretas.
- b) somente as afirmativas III e IV são corretas.
- c) somente as afirmativas I, II e III são corretas.
- d) somente as afirmativas I, III e IV são corretas.

7) (IFG - modificada) Para a produção de energia elétrica, faz-se necessário represar um rio, construindo uma barragem, que irá formar um reservatório (lago). A água represada moverá as turbinas, que produzirão a energia. Entre os impactos ambientais causados por esta construção, podem-se destacar:

- a) aumento da temperatura local e chuva ácida;
- b) alagamentos e desequilíbrio da fauna e da flora;
- c) alagamento de grandes áreas e aumento do nível dos oceanos;
- d) alteração do curso natural do rio e poluição atmosférica;

## 2. O MATERIAL

8) (ENEM 2010 - modificada) A usina hidrelétrica de Belo Monte será construída no rio Xingu, no município de Vitória de Xingu, no Pará. A usina será a terceira maior do mundo e a maior totalmente brasileira, com capacidade de 11,2 mil megawatts. Os índios do Xingu tomam a paisagem com seus cocares, arcos e flechas. Em Altamira, no Pará, agricultores fecharam estradas de uma região que será inundada pelas águas da usina. BACOCINA, D.; QUEIROZ, G.; BORGES, R. Fim do leilão, começo da confusão. Isto é Dinheiro. Ano 13, no 655,28 abr. 2010 (adaptado).

Os impasses, resistências e desafios associados à construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte estão relacionados

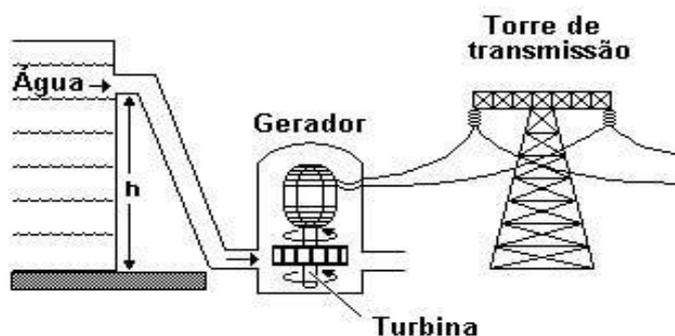
- ao potencial hidrelétrico dos rios no norte e nordeste quando comparados às bacias hidrográficas das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país.
- à necessidade de equilibrar e compatibilizar o investimento no crescimento do país com os esforços para a conservação ambiental.
- à grande quantidade de recursos disponíveis para as obras e à escassez dos recursos direcionados para o pagamento pela desapropriação das terras.
- ao direito histórico dos indígenas à posse dessas terras e à ausência de reconhecimento desse direito por parte das empreiteiras.

9) (UFES) As usinas hidrelétricas, apesar de serem consideradas eficientes, relativamente limpas e baratas, correspondem a apenas 15% da produção de eletricidade no mundo. Isso acontece porque nem todos os países possuem um potencial hidráulico para a implantação desse tipo de estrutura, além de haver interesses econômicos voltados para outras fontes de energia.

Entre os requisitos básicos para a construção de barragens para usinas hidrelétricas, podemos considerar como verdadeiros, EXCETO:

- A existência de rios não intermitentes.
- Áreas disponíveis para a construção de barragens.
- Cursos d'água preferencialmente em regiões planálticas.
- Disponibilidade imediata de combustíveis para abastecimento dos geradores e turbinas.

10) (ENEM 1998 - modificada) Na figura a seguir está esquematizado um tipo de usina utilizada na geração de eletricidade.



Analisando o esquema, é possível identificar que se trata de uma usina:

## 2. O MATERIAL

- a) hidrelétrica, porque a água corrente baixa a temperatura da turbina.
- b) hidrelétrica, porque a usina faz uso da energia cinética da água.
- c) termoelétrica, porque no movimento das turbinas ocorre aquecimento.
- d) eólica, porque a turbina é movida pelo movimento da água.

11) (Enem 2010 - modificada) Deseja-se instalar uma estação de geração de energia elétrica em um município localizado no interior de um pequeno vale cercado de altas montanhas de difícil acesso. A cidade é cruzada por um rio, que é fonte de água para consumo, irrigação das lavouras de subsistência e pesca. Na região, que possui pequena extensão territorial, a incidência solar é alta o ano todo. A estação em questão irá abastecer apenas o município apresentado.

- a) eólica, pois a geografia do local é própria para a captação desse tipo de energia.
- b) nuclear, pois o modo de resfriamento de seus sistemas não afetaria a população.
- c) fotovoltaica, pois é possível aproveitar a energia solar que chega à superfície do local.
- d) Hidrelétrica, pois o rio que corta o município é suficiente para abastecer a usina construída.

12) (Brasil Escola – modificada) A Energia solar não provoca danos ambientais, podendo ser considerada uma fonte de energia limpa.

A afirmativa acima está:

- a) incorreta, pois toda a produção de energia elétrica pelos raios de sol emite poluentes na atmosfera.
- b) correta, pois não há queima de combustíveis e nem ocupação de grandes áreas para a utilização dessa fonte de energia.
- c) incorreta, pois muitos animais morrem em função da insolação causada por essas usinas, gerando danos ambientais relacionados com a quebra da cadeia alimentar.
- d) correta, pois a energia gerada pelo sol não ocasiona transformações imediatas na atmosfera, que seriam sentidas apenas a longo prazo.

13) (Brasil Escola - modificada) A energia solar, apesar de amplamente vantajosa no sentido ambiental e em seu nível de produtividade, não é amplamente utilizada no Brasil e na maior parte do mundo, em função de suas desvantagens, entre as quais, podemos assinalar:

- a) o baixo índice de radiação solar em países tropicais, a exemplo do território brasileiro.
- b) a baixa capacidade de aquecimento do sol mesmo nos períodos de maior insolação.
- c) a elevada instabilidade dos geradores solares no atual nível de tecnologia.
- d) os painéis solares são caros e o seu rendimento é baixo.

14) (FGV/2006 - modificada)

“As usinas de energia solar responderão por 2,5% das necessidades globais de eletricidade até 2025 e 16% em 2040, diz o relatório da associação europeia do setor e do Greenpeace. Hoje, elas representam 0,05% da matriz energética. A taxa de expansão anual do setor tem sido de 35%.”

*Jornal O Estado de S. Paulo, 07/09/2006*

Assinale a alternativa que melhor explique esse enunciado:

- a) essa tendência de expansão explica-se pelo fato de o Sol representar fonte inesgotável de energia, cuja transformação em eletricidade exige um processo simples e de baixo custo, se comparado com a hidroeletricidade.

## 2. O MATERIAL

- b) A transformação de energia solar (de radiação) em elétrica difundiu-se muito no Brasil para uso doméstico, especialmente após a crise do apagão, em 2001.
- c) O desenvolvimento da geração de energia elétrica a partir da solar ainda é incipiente no Brasil, pois envolve um processo caro e complexo se comparado à hidroeletricidade, relativamente barata e abundante.
- d) A tropicalidade do Brasil permite vislumbrar, a médio prazo, um quadro de substituição da energia hidrelétrica por energia solar, sobretudo nas áreas metropolitanas costeiras.

15) (Vunesp-2005) Em 1896, o cientista francês Henri Becquerel guardou uma amostra de óxido de urânio em uma gaveta que continha placas fotográficas. Ele ficou surpreso ao constatar que o composto de urânio havia escurecido as placas fotográficas. Becquerel percebeu que algum tipo de radiação havia sido emitida pelo composto de urânio e chamou esses raios de radiatividade. Os núcleos radiativos comumente emitem três tipos de radiação: partículas  $\alpha$ , partículas  $\beta$  e raios  $\gamma$ . Essas três radiações são, respectivamente,

- a) elétrons, fótons e nêutrons.
- b) nêutrons, elétrons e fótons.
- c) núcleos de hélio, elétrons e fótons.
- d) núcleos de hélio, fótons e elétrons.

16) (Brasil Escola – modificada) O Brasil, embora apresente condições naturais favoráveis, não utiliza amplamente (ao menos por enquanto) a energia solar em sua matriz energética. Um dos fatores que justificam essa realidade encontra-se em algumas de suas desvantagens, como:

- a) a ausência de zonas de elevada radiação solar no território brasileiro.
- b) o alto custo dos investimentos e a baixa capacidade de armazenamento.
- c) a ineficiência tecnológica das usinas solares em todo o mundo.
- d) a preferência dos consumidores para a matriz hidrelétrica.

17) (Mundo Educação) Alemanha anuncia fechamento de todas as usinas nucleares até 2022

A coalizão do governo alemão anunciou nesta segunda-feira um acordo para o fechamento de todas as usinas nucleares do país até 2022 [...]. A chanceler (premiê) Angela Merkel havia estabelecido uma comissão de ética para analisar a energia nuclear após o desastre ocorrido na usina japonesa de Fukushima.

BBC Brasil, 30 de maio de 2011 (adaptado).

O motivo que levou a Alemanha, segundo a notícia acima, a acabar com a utilização da matriz nuclear de energia está em algumas de suas desvantagens, entre as quais, podemos citar:

- a) a emissão em massa de poluentes radioativos na atmosfera
- b) o resfriamento excessivo da água do mar utilizada para manutenção das turbinas
- c) o risco de acidentes e de contaminação radioativa
- d) a elevada deposição de lixo em áreas imediatamente próximas

18) (Mundo Educação) Ucrânia defende energia nuclear 25 anos após Chernobyl

Primeiro-ministro ucraniano, Nikolai Azarov, afirmou que usinas são "parte inalienável do progresso científico" [...]. "Para a Ucrânia, um país obrigado a comprar gás e petróleo, não há alternativa à

## 2. O MATERIAL

energia nuclear", ressaltou o chefe do Governo do país que em 26 de abril de 1986 foi palco do maior desastre nuclear da história.

IG, Último Segundo, 25 abr. 2011. Adaptado.

Apesar de polêmica, a energia nuclear possui os seus defensores em função de alguns dos seus vários pontos positivos, entre os quais, é possível destacar corretamente:

- a) Impactos ambientais nulos na fauna e na flora
- b) Utiliza de recursos naturais renováveis
- c) Gera muitos empregos sem necessidade de qualificação
- d) Emissão nula de poluentes responsáveis pelo efeito estufa

19) (ENEM-2005) Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado —lixo atômico—. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de

- a) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- b) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- c) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- d) exalar continuamente gases venenosos, que tornariam o ar irrespirável por milhares de anos.

20) (Enem 2006 – modificada) O funcionamento de uma usina nuclear típica baseia-se na liberação de energia resultante da divisão do núcleo de urânio em núcleos de menor massa, processo conhecido como fissão nuclear. Nesse processo, utiliza-se uma mistura de diferentes átomos de urânio, de forma a proporcionar uma concentração de apenas 4% de material físsil. Em bombas atômicas, são utilizadas concentrações acima de 20% de urânio físsil, cuja obtenção é trabalhosa, pois, na natureza, predomina o urânio não-físsil. Em grande parte do armamento nuclear hoje existente, do reator utiliza-se, então, como alternativa, o plutônio, material físsil produzido por reações nucleares no interior do reator das usinas nucleares. Considerando-se essas informações, é correto afirmar que:

- a) a disponibilidade do urânio na natureza está ameaçada devido a sua utilização em armas nucleares.
- b) a proibição de se instalarem novas usinas nucleares não causará impacto na oferta mundial de energia.
- c) a existência de usinas nucleares possibilita que um de seus subprodutos seja utilizado como material bélico.
- d) a obtenção de grandes concentrações de urânio físsil é viabilizada em usinas nucleares.

## 2. O MATERIAL

---

### GABARITO DO PRÉ E PÓS TESTE

QUESTÕES	RESPOSTAS
1	B
2	A
3	C
4	A
5	D
6	D
7	B
8	B
9	A
10	B
11	C
12	B
13	D
14	C
15	C
16	B
17	C
18	D
19	A
20	C

## 2. O MATERIAL

### 2.2 TESTES CONCEITUAIS

#### 2.2.1. FONTES DE ENERGIA

Ao utilizar o IpC, o professor precisa se conscientizar de que o principal componente do método são as discussões que decorrem da instrução mútua entre os colegas de classe. O ponto de partida para que essas discussões sejam lucrativas devem ser testes conceituais atraentes, engajadores e, sobretudo, que remetam a temas importantes para a formação do aluno.

Essas recomendações indicam que um bom teste deve:

1. Focar um único conceito;
2. requerer pensamento e não mera aplicação de fórmulas;
3. ser claro e conciso;
4. ter um nível de dificuldade mediano;
5. endereçar dificuldades comuns dos estudantes e/ou habilidades que se deseja desenvolver;
6. ser concreto aos olhos do estudante, se possível ter relação com situações que ele já tenha vivenciado;

TC 1) (UDESC) A procura por novas fontes renováveis de energia surge como alternativa importante para superar dois problemas atuais: a escassez de fontes não renováveis de energia, principalmente do petróleo, e a poluição ambiental causada por essas fontes (combustíveis fósseis).

Assinale a alternativa que apresenta um tipo de recurso energético não renovável.

- a) biomassa, massa dos seres vivos habitantes de uma região.
- b) hidrogênio, usado como célula combustível.
- c) biogás, utilização das bactérias na transformação de detritos orgânicos em metano.
- d) carvão mineral, extraído da terra pelo processo de mineração.

TC 2) (IFG) O uso de combustíveis está diretamente relacionado a sua origem, se renovável ou não. No caso dos derivados do petróleo e do álcool de cana-de-açúcar, essa diferenciação se caracteriza:

- a) pelo tempo de reciclagem do combustível utilizado. Neste caso, o tempo maior seria para o álcool.
- b) pela diferença na escala de tempo de formação das fontes: período geológico para o petróleo e ciclo anual para a cana.
- c) pelo tempo gasto no processo de refinamento do petróleo.

## 2. O MATERIAL

d) pelo tempo de combustão para uma mesma quantidade de combustível. Neste caso, o tempo maior seria para os derivados do petróleo.

TC 3) (PUCRS- modificada) Para resolver a questão, leia o texto a seguir, sobre fontes de energia, e selecione as palavras/expressões que preenchem correta e coerentemente as lacunas.

O \_\_\_\_\_ foi importante fonte de energia para a Primeira Revolução Industrial. É um dos principais responsáveis pela \_\_\_\_\_, pois sua queima libera grande quantidade de óxido de enxofre na atmosfera.

- a) carvão mineral – chuva ácida
- b) petróleo – poluição dos oceanos
- c) petróleo – chuva ácida
- d) carvão mineral – poluição dos oceanos

TC4) (UEPB – modificada) O Carvão mineral e o petróleo continuam a ser as duas principais matrizes elétrica e energética mundiais, porém a crise ambiental (com destaque para o aquecimento global) e a problemática do abastecimento de petróleo fazem com que os combustíveis renováveis e, sobretudo “limpos”, ganhem evidência. Indique a opção INCORRETA.

- a) os combustíveis fósseis, embora não-poluentes, necessitam ter seu consumo reduzido pelo simples fato de não serem renováveis e, portanto, sujeitos ao esgotamento em um futuro próximo.
- b) a água, embora seja uma fonte de energia limpa e renovável, gera polêmicas pelos impactos sociais e ecológicos causados com as construções de grandes hidrelétricas, que destroem ecossistemas e expulsam populações ribeirinhas.
- c) a energia solar, apesar de abundante e não-polvente, ainda é pouco utilizada, o que certamente se explica muito mais pelas políticas energéticas e interesses de grupos, do que pelo elevado custo dos painéis de captação de energia.
- d) o Biodiesel, destaque brasileiro em tecnologia alternativa de combustível por ser menos poluente que os hidrocarbonetos e por criar empregos no campo, nem por isso está imune de gerar problemas ambientais, sobretudo, se vier a ser um investimento muito lucrativo, pois fatalmente avançará e destruirá áreas ainda preservadas e de fronteiras, como já ocorre com a soja.

TC 5) As fontes não renováveis de energia, embora tenham o seu uso amplamente questionado, respondem por uma considerável parte da matriz global de geração de eletricidade. Entre os itens a seguir, podemos considerar como pertencentes a esse segmento:

- I. A produção a partir do carvão mineral;
- II. O funcionamento das usinas nucleares;

## 2. O MATERIAL

III. A utilização do petróleo e seus derivados;

IV. A construção de estações eólicas;

V. A produção de energia hidroelétrica.

Estão corretas as afirmativas:

a) I e III

b) II e IV

c) IV e V

d) I, II e III

### 2.2.2. USINAS HIDRELÉTRICAS

TC6) A simulação “Formas de energia e Transformações” do PhET, apresenta várias configurações em que o mesmo aparato (figura 1) está presente, o que representa na realidade este aparato:

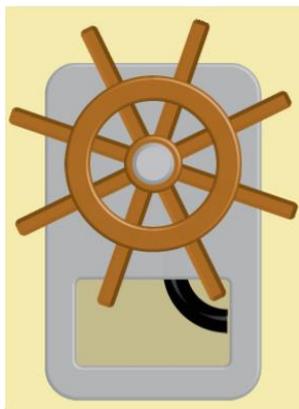


Figura 2.1 - Aparato utilizado na simulação do *PhET*

a) casa de força, composta pela turbina e gerador;

b) vertedouro;

c) subestação elevadora;

d) sistema de captação de água.

## 2. O MATERIAL

TC7) A configuração abaixo (figura 2) da simulação, apresenta um esquema de uma usina hidrelétrica

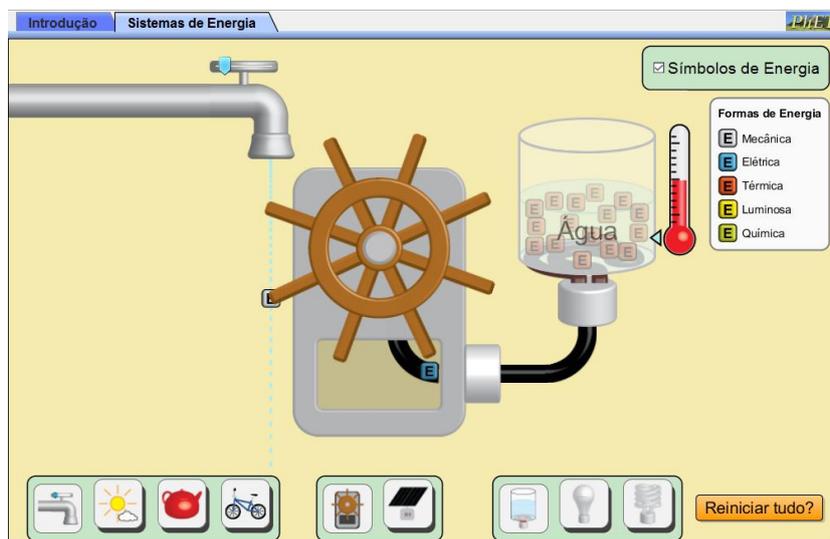


Figura 2.2- Imagem retirada da simulação do *PhET*.

A torneira representa o fluxo de água de um rio ou represa, o que acontece com a quantidade de energia elétrica gerada quando a torneira é aberta em sua totalidade:

- o fluxo de água não influencia na quantidade de energia gerada;
- a quantidade de energia gerada permanece constante, tendo que a quantidade de energia elétrica é somente dependente do gerador escolhido;
- a quantidade de energia gerada diminui, devido a um maior atrito das paletas do gerador;
- a quantidade de energia gerada aumenta, devido a um aumento na energia cinética que será transformada.

TC8) Na simulação podemos substituir o aquecedor de água por dois tipos de lâmpadas, incandescente (figura 2) e fluorescente (figura 3), O que você percebe sobre a energia e a saída dessas lâmpadas?

## 2. O MATERIAL



Figura 2.3 - Lâmpada incandescente

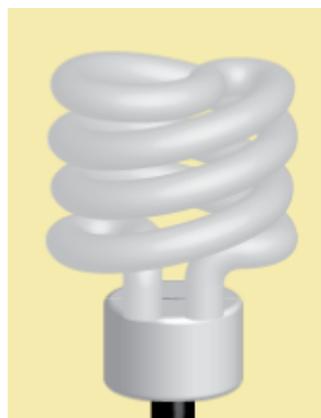


Figura 2.4 - lâmpada fluorescente

- a) a lâmpada incandescente libera mais energia luminosa no mesmo tempo, devido a uma maior perda de energia térmica;
- b) a lâmpada fluorescente libera mais energia luminosa no mesmo tempo, devido a uma menor perda de energia térmica;
- c) a lâmpada incandescente libera mais energia luminosa no mesmo tempo, devido a uma menor perda de energia térmica
- d) a lâmpada fluorescente libera mais energia luminosa no mesmo tempo, devido a uma maior perda de energia térmica.

TC9) As usinas hidrelétricas costumam gerar muitas polêmicas quando construídas, pois, se de um lado elas visam a atender as demandas energéticas, por outro, elas geram graves impactos ambientais e sociais, dos quais podemos citar:

- I. Perda da vegetação em áreas de inundação;
- II. Remoção de famílias em áreas atingidas pelas barragens;
- III. Liberação de gás metano na atmosfera;
- IV. Alterações nos cursos d'água utilizados pelas usinas;

Estão corretas as afirmativas:

- a) I e II
- b) II e IV
- c) I, II e III
- d) I, II, III e IV

## 2. O MATERIAL

TC10) (Enem-2011 - modificada)

*Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2008, do Ministério das Minas e Energia, a matriz energética brasileira é composta por hidrelétrica (80%), termelétrica (19,9%) e eólica (0,1%). Nas termelétricas, esse percentual é dividido conforme o combustível usado, sendo: gás natural (6,6%), biomassa (5,3%), derivados de petróleo (3,3%), energia nuclear (3,1%) e carvão mineral (1,6%). Com a geração de eletricidade da biomassa, pode-se considerar que ocorre uma compensação do carbono liberado na queima do material vegetal pela absorção desse elemento no crescimento das plantas. Entretanto, estudos indicam que as emissões de metano ( $CH_4$ ) das hidrelétricas podem ser comparáveis às emissões de  $CO_2$  das termelétricas.*

MORET, A. S.; FERREIRA, I. A. As hidrelétricas do Rio Madeira e os impactos socioambientais da eletrificação no Brasil. Revista Ciência Hoje. V. 45, n.º 265, 2009 (adaptado).

No Brasil, em termos do impacto das fontes de energia no crescimento do efeito estufa, quanto à emissão de gases, as hidrelétricas seriam consideradas como uma fonte:

- a) limpa de energia, contribuindo para minimizar os efeitos desse fenômeno.
- b) eficaz de energia, tomando-se o percentual de oferta e os benefícios verificados.
- c) limpa de energia, não afetando ou alterando os níveis dos gases do efeito estufa.
- d) poluidora, colaborando com níveis altos de gases de efeito estufa em função de seu potencial de oferta.

### 2.2.3. USINAS TERMELÉTRICAS

TC11) Com relação a simulação apresentada, é possível ter como objeto selecionável uma chaleira (figura 5), o que ela representa e qual o tipo de usina se utiliza deste esquema:



Figura 2.5- chaleira selecionável da simulação

- a) caldeira;
- b) condensador;
- c) transformador;
- d) chaminé.

## 2. O MATERIAL

TC12) A configuração abaixo (figura 6) da simulação, apresenta um esquema de uma usina Termoelétrica.

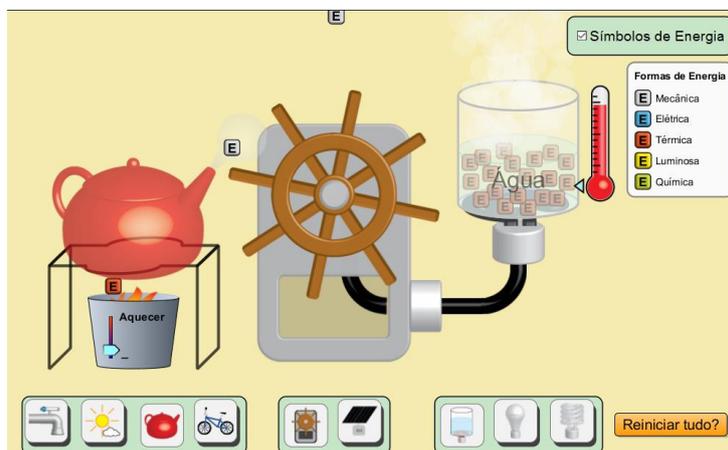


Figura 2.6 - esquema de usina termonuclear na simulação *PHET*

O que acontece com a quantidade de energia elétrica gerada quando o aquecedor é elevado a sua configuração máxima:

- a) a quantidade de energia gerada permanece constante, tendo que a temperatura da caldeira não influencia na quantidade de energia elétrica gerada;
- b) a quantidade de energia gerada diminui, devido a uma perda maior da energia por condução;
- c) a quantidade de energia gerada aumenta, devido a um aumento na quantidade de gás que sai da chaleira;
- d) o aquecedor não influencia na quantidade de energia gerada.

TC13) Podemos observar na simulação, quando configurada com a chaleira, apresenta uma certa quantidade de energia térmica que sai pelo bico da chaleira (figura 7), o que essa energia representa na Usina termoelétrica:

## 2. O MATERIAL

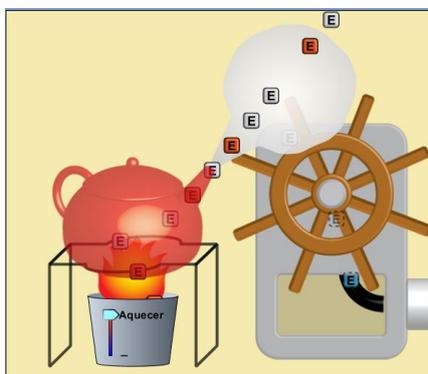
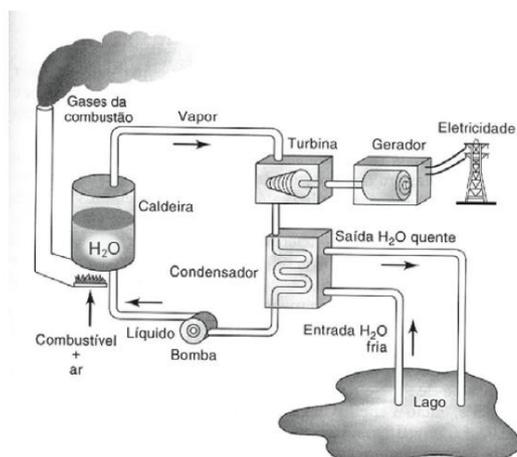


Figura 2.7 - Energia térmica saindo pelo bico da chaleira, na simulação do *PHET*

- a) uma vantagem em relação a outros tipos de energia, já que essa energia auxilia na movimentação das pás da turbina;
- b) uma perda de energia devido ao aquecimento do vapor;
- c) o calor devido a rotação da turbina;
- d) uma desvantagem devido ao vapor se expandir.

TC14) (ENEM/2009- modificada) O esquema mostra um diagrama de bloco de uma estação geradora de eletricidade abastecida por combustível fóssil.



HINRICHS, R. A.; KLEINBACH, M. *Energia e meio ambiente*.

São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003 (adaptado).

Se fosse necessário melhorar o rendimento dessa usina, que forneceria eletricidade para abastecer uma cidade, qual das seguintes ações poderia resultar em alguma economia de energia, sem afetar a capacidade de geração da usina?

## 2. O MATERIAL

- a) reduzir a quantidade de combustível fornecido à usina para ser queimado.
- b) reduzir o volume de água do lago que circula no condensador de vapor.
- c) reduzir o tamanho da bomba usada para devolver a água líquida à caldeira.
- d) usar o calor liberado com os gases pela chaminé para mover um outro gerador.

TC15) Essa fonte de energia muito utilizada no Brasil e no mundo é um minério fóssil que, quando processado, dá origem a vários subprodutos, como a gasolina, óleo diesel, querosene, além de gerar eletricidade nas usinas termoeletricas.

A que fonte de energia se refere o fragmento acima?

- a) Gás natural
- b) Cana-de-açúcar
- c) Carvão mineral
- d) Petróleo

### 2.2.4. RADIOATIVIDADE, FISSÃO E FUSÃO

TC16) (FEI) A bomba de hidrogênio é um exemplo de reação nuclear:

- a) do tipo fissão;
- b) onde ocorre apenas emissão de raios alfa;
- c) onde ocorre apenas emissão de raios beta;
- d) do tipo fusão;

TC17) (UFRGS-RS) Os raios X são produzidos em tubos de vácuo, nos quais elétrons são submetidos a uma rápida desaceleração ao colidir com um alvo metálico. Os Raios X constituem um feixe de:

- a) elétrons
- b) fótons
- c) prótons
- d) pósitrons

TC18) (UFRN-modificada) No decaimento radioativo de um núcleo de átomo podem ser emitidos, por exemplo, três tipos de radiação: alfa (núcleo do átomo de hélio), beta (elétron ou pósitron) e gama (fóton). O uso dessa energia pode ter implicações malélicas ou benéficas. Um dos benefícios é seu

## 2. O MATERIAL

uso na Medicina, através da radioterapia, na qual a energia proveniente da emissão radioativa é usada para destruir células cancerosas.

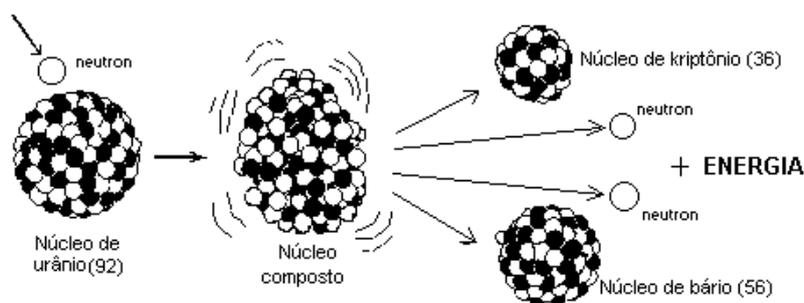
Tomando como base apenas o poder de penetração nos tecidos humanos, pode-se concluir que, na radioterapia, para o tratamento de tumores profundos, deve ser lançado sobre o tumor:

- a) radiação gama
- b) radiação beta
- c) partícula alfa
- d) núcleo radioativo

TC19) Porque, ao radiografar os dentes do paciente, o dentista pede a ele que vista um avental de chumbo?

- a) O chumbo tem a função de reagir com os raios gama para efetuar a cura.
- b) O chumbo tem a função de absorver os raios alfa para minimizar os danos ao paciente.
- c) O chumbo tem a função de absorver os raios gama para minimizar os danos ao paciente.
- d) O chumbo tem a função de reagir com os raios alfa para efetuar a cura.

TC20) (UEPA-modificada) Uma das maiores catástrofes da história foi a invenção e lançamento da bomba atômica nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki. O modelo abaixo representado foi a base para a construção da bomba atômica:



Em relação ao modelo, assinale a alternativa correta.

- a) representa a fissão e fusão da bomba atômica, seguida da liberação de energia.
- b) é uma representação de fusão nuclear.
- c) representa fusão e fissão atômica, seguida de absorção de energia.
- d) é uma representação de fissão nuclear.

## 2. O MATERIAL

### 2.2.5. USINA NUCLEAR

TC21) (ENEM 2015 - modificada)

A bomba

reduz neutros e neutrinos,

e abana-se com o leque da reação em cadeia

ANDRADE, C. D. Poesia completa e prosa. Rio de Janeiro: Aguilar, 1973 (fragmento).

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita “em cadeia” porque na

- fissão do  $^{235}\text{U}$  ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- fissão de  $^{235}\text{U}$  ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo  $^{238}\text{U}$ , enriquecendo-o em mais  $^{235}\text{U}$ .
- fissão do  $^{235}\text{U}$  ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- fusão do  $^{235}\text{U}$  com  $^{238}\text{U}$  ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.

TC22) Com relação a simulação “Fissão Nuclear” na aba “Reator Nuclear”, responda a pergunta:

Um reator nuclear é um dispositivo usado em usinas para controlar a reação de fissão nuclear. Essa reação ocorre de forma descontrolada, por exemplo, na explosão de bombas atômicas; mas os reatores possuem mecanismos que impedem isso, fazendo com que a reação seja controlada e reaproveitada para gerar energia elétrica. (Brasil Escola – Reator nuclear)

Qual o nome do equipamento que deixa a reação controlada?

- reator em cadeia
- barras de controle
- casa de força
- controlador magnético

TC23) Alemanha anuncia fechamento de todas as usinas nucleares até 2022

A coalizão do governo alemão anunciou nesta segunda-feira um acordo para o fechamento de todas as usinas nucleares do país até 2022 [...]. A chanceler (premiê) Angela Merkel havia estabelecido uma comissão de ética para analisar a energia nuclear após o desastre ocorrido na usina japonesa de Fukushima.

BBC Brasil, 30 de maio de 2011 (adaptado).

O motivo que levou a Alemanha, segundo a notícia acima, a acabar com a utilização da matriz nuclear de energia está em algumas de suas desvantagens, entre as quais, podemos citar:

## 2. O MATERIAL

- a) a emissão em massa de poluentes radioativos na atmosfera
- b) o resfriamento excessivo da água do mar utilizada para manutenção das turbinas
- c) o risco de acidentes e de contaminação radioativa
- d) a elevada deposição de lixo em áreas imediatamente próximas

TC24) (ENEM 2005 - modificada) Um problema ainda não resolvido da geração nuclear de eletricidade é a destinação dos rejeitos radiativos, o chamado —lixo atômico. Os rejeitos mais ativos ficam por um período em piscinas de aço inoxidável nas próprias usinas antes de ser, como os demais rejeitos, acondicionados em tambores que são dispostos em áreas cercadas ou encerrados em depósitos subterrâneos secos, como antigas minas de sal. A complexidade do problema do lixo atômico, comparativamente a outros lixos com substâncias tóxicas, se deve ao fato de

- a) emitir radiações nocivas, por milhares de anos, em um processo que não tem como ser interrompido artificialmente.
- b) acumular-se em quantidades bem maiores do que o lixo industrial convencional, faltando assim locais para reunir tanto material.
- c) ser constituído de materiais orgânicos que podem contaminar muitas espécies vivas, incluindo os próprios seres humanos.
- d) emitir radiações e gases que podem destruir a camada de ozônio e agravar o efeito estufa.

### 2.2.6. USINA SOLAR

TC25) Na simulação, quando utilizamos para representar a energia solar, devemos além de colocar como fonte de energia o sol, substituir a casa de força por uma placa (figura 8), observando a simulação em funcionamento podemos identificar que este elemento representa um(a):

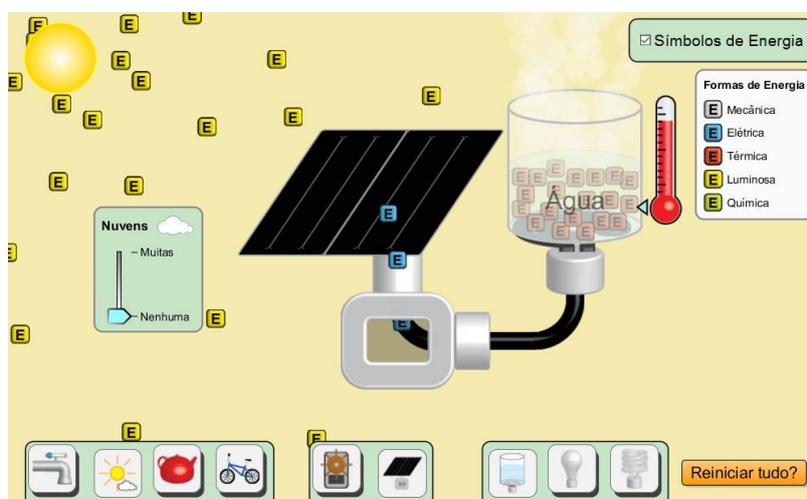


Figura 2.8 - esquema de uma usina solar, na simulação do PHET

## 2. O MATERIAL

- a) Painel fototérmico, responsável por aquecer a água;
- b) Painel termossolar, onde o calor é transformado em eletricidade através da produção de vapor;
- c) Painel fotovoltaico, responsável por receber os fótons (presentes nos raios solares);
- d) Painel magnético, responsável por captar as ondas eletromagnéticas do sol.

TC26) Ainda utilizando a simulação representando uma usina solar, Se você aumentar a quantidade de nuvens no guia da luz do sol, o que acontece com a quantidade de energia elétrica gerada?

- a) aumenta devido ao efeito estufa;
- b) diminui devido a redução da quantidade de fótons que chegam ao painel solar;
- c) aumenta devido a reflexão da luz solar nas nuvens;
- d) diminui devido ao efeito de refração da luz solar, que modifica o ângulo dos raios solares.

TC27) Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do parágrafo abaixo.

O Sol é a grande fonte de energia para toda a vida na Terra. Durante muito tempo, a origem da energia irradiada pelo Sol foi um mistério para a humanidade. Hoje, as modernas teorias de evolução das estrelas nos dizem que a energia irradiada pelo Sol provém de \_\_\_\_\_ que ocorrem no seu interior, envolvendo núcleos de elementos leves.

- a) fusão nuclear
- b) fissão nuclear
- c) fotossíntese
- d) combustão

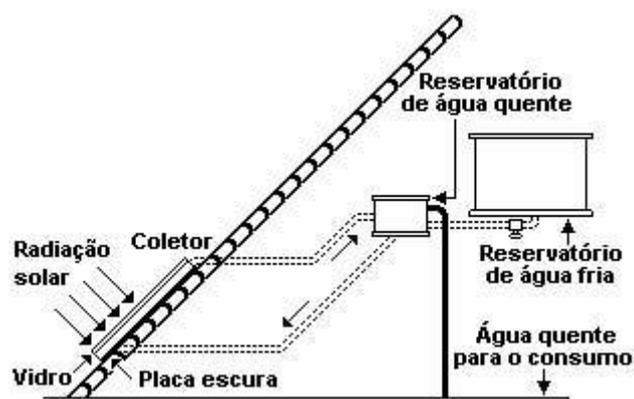
TC28) Com relação a simulação do efeito fotoelétrico, responda:

O que ocorre no efeito fotoelétrico quando se aumenta apenas a intensidade da luz incidente na superfície fotoelétrica?

- a) A energia cinética de cada fotoelétron emitido aumenta.
- b) A vibração de cada fóton aumenta.
- c) O comprimento de onda da luz aumenta.
- d) O número de elétrons emitidos por unidade de tempo aumenta

TC29) (ENEM 2000 – modificada) O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.

## 2. O MATERIAL



Fonte: Adaptado de PALZ, Wolfgang, "Energia solar e fontes alternativas". Hemus, 1981.

São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I e II
- b) II
- c) I e III
- d) II e III

TC30) Com relação a simulação do efeito fotoelétrico apresentada pelo professor sabemos que elétrons são emitidos quando um feixe de luz incide numa superfície metálica. A energia dos elétrons emitidos por essa superfície metálica depende:

- a) apenas da intensidade da luz.
- b) da intensidade e da velocidade da luz.
- c) apenas da frequência da luz.
- d) da intensidade e da frequência da luz.

## 2. O MATERIAL

---

### GABARITO DOS TESTES CONCEITUAIS

QUESTÕES	RESPOSTAS
TC1	D
TC2	B
TC3	A
TC4	A
TC5	D
TC6	A
TC7	D
TC8	B
TC9	D
TC10	D
TC11	A
TC12	C
TC13	B
TC14	D
TC15	C
TC16	C
TC17	B
TC18	A
TC19	D
TC20	D
TC21	C
TC22	C
TC23	B
TC24	C
TC25	A

## 2. O MATERIAL

### 2.3 TAREFAS DE LEITURA E ATIVIDADES PRÉ AULA

O método IpC pressupõe que os alunos se preparem para cada aula, estudando antecipadamente os tópicos que serão abordados. A utilização de questionários curtos (cerca de duas perguntas), com questões específicas e desafiadoras, é um instrumento poderoso para promover esse estudo pré-aula. Neste material, o questionário vem acompanhado das atividades de leitura.

Além destas questões específicas, todo questionário consta com uma pergunta sobre quais as dificuldades encontradas pelo aluno na leitura dos textos propostos. Tal questionamento serve também como norte para uma atualização na atividade.

## CAPÍTULO I: ENERGIA

### 1. INTRODUÇÃO

A energia está presente no equilíbrio/desequilíbrio dos átomos, nas trocas celulares, no metabolismo dos seres vivos, no funcionamento de um carro, na explosão de uma bomba atômica, no equilíbrio do sistema solar, no deslocamento dos astros e na expansão acelerada do universo.

O Sol, uma gigantesca usina nuclear natural a cerca de 150 milhões de quilômetros, e é a principal fonte de energia do planeta Terra. É ele que vaporiza toneladas de água, permitindo que vençam a força da gravidade e se elevem por quilômetros atmosfera acima para depois caírem como chuva, abastecendo rios e represas. Ou que provoca os ventos pelo aquecimento desigual da superfície terrestre e dos mares, criando zonas de baixa pressão e o conseqüente deslocamento de camadas da atmosfera. É, ainda, a luz solar o combustível essencial à fotossíntese das plantas verdes. Ao crescerem fixando o dióxido de carbono da atmosfera, esses vegetais se tornaram a base de toda cadeia alimentar da Terra e contribuíram, há milhões de anos, para a formação de nossas reservas de carvão, petróleo e gás. É ele que fornece luz (energia luminosa) e calor (energia térmica) para o planeta Terra e estes são transformados em diversas outras formas de energia: elétrica, metabólica, nuclear, eólica, sonora etc. (BRASIL, 2013).

Os primeiros seres humanos dependiam de seus músculos para realizar trabalho e obter energia. Mais tarde, animais passaram a serem utilizados com esse propósito. Assim bois, camelos, elefantes e cavalos foram domesticados e conectados a carroças e arados.

## 2. O MATERIAL



Figura 2.9 – Boi com arado. Fonte: <http://sfagro.uol.com.br/rio-rural-incentiva-o-uso-do-arado-de-boi-para-reduzir-impactos-no-solo/>

O vento também passou a ser utilizado para impulsionar barcos e mover as pás de moínhos e até a energia de quedas- d'água também foi aproveitada para a realização de trabalho. Inicialmente ela foi utilizada para movimentar uma roda d'água, que então poderia ser utilizada para movimentar outras rodas ou, por meio de polias e cintas colocar maquinas em funcionamento. Mais tarde esse aparato serviu para acionar geradores elétricos.



Figura 2.10 – Roda d'água. Fonte: <http://capitaldocampo.com.br/wp-content/uploads/2011/10/2698299.jpg>

## 2. O MATERIAL

O vapor começou a ser utilizado para gerar energia elétrica no final do século XVII, mas foi aperfeiçoado por James Watt, criando a máquina a vapor, em meados do século XVIII. O calor obtido da queima de um combustível era utilizado para aquecer água e transformá-la em vapor. Ao se expandir, o vapor podia movimentar máquinas e rodas ou acionar geradores elétricos produzindo energia elétrica. As primeiras máquinas a vapor utilizavam madeira como combustível, mas o carvão, com um maior poder calorífico a substituiu e, posteriormente, em meados do século XX, o óleo e o carvão mineral assumiram esse papel.

A partir da década de 1960, a energia nuclear começou a ser utilizada para a obtenção do vapor que aciona os geradores elétricos. Nesse caso a água é aquecida devido a um processo denominado fissão nuclear que ocorre quando átomos de elementos pesados, geralmente urânio, são desintegrados e liberam grande energia.

No final do século XIX e início do século XX, o consumo de energia cresceu rapidamente, dobrando a cada década – motivado pela industrialização, pelo avanço nos meios de transporte e pela redução dos custos de produção. O desenvolvimento e comercialização do motor de combustão interna, nomeadamente em equipamentos de transporte, possibilitou a movimentação eficiente de pessoas, de mercadorias, de informação, e estimulou o desenvolvimento da rede de comércio global. Hoje, o setor de transportes é responsável por uma parcela crescente da quantidade total de energia gasta para a implantação, operação e manutenção da faixa de alcance internacional das atividades humanas.

Os países têm buscado garantir recursos energéticos de baixo custo, inesgotáveis e que possam ser produzidos preferencialmente em seus próprios territórios. As energias renováveis apresentam-se como uma boa solução, apesar dos problemas de armazenamento, intermitência da produção e dos custos. Entretanto, seu desenvolvimento confronta-se com a inércia dos sistemas produtivos atuais e com as lógicas de rentabilidade dos produtores de energia. No momento, é muito mais rentável construir uma central elétrica de gás, ou mesmo de carvão, do que instalar painéis solares ou moinhos de energia eólica. Sem uma forte vontade política e a intervenção dos Estados (pela via da política fiscal ou da fixação de normas), a transição energética será demorada.

### 2. FONTES DE ENERGIA

No Brasil, dados obtidos pelo Ministério de Minas e Energia mostram que em 2016, a participação de renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se entre as mais elevadas do mundo, com pequeno crescimento devido particularmente à queda da oferta interna de petróleo e derivados e expansão da geração hidráulica.

## 2. O MATERIAL

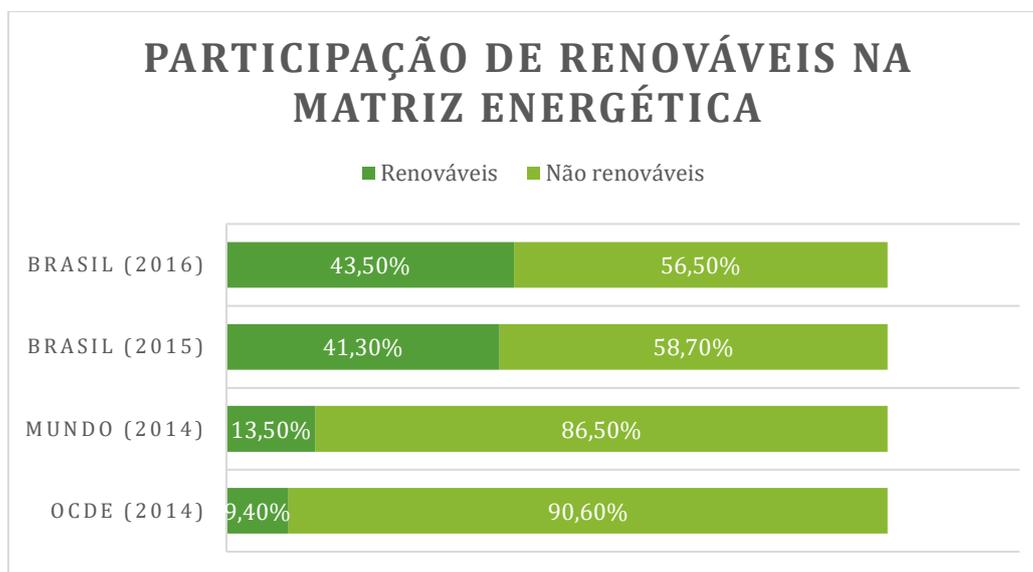


Figura 2.11 - Dados obtidos em: Balanço energético - 2016. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2016.

Na mesma pesquisa, dados de 2016 mostram que 43,5% da energia primária produzida era obtida a partir de fontes renováveis – hidrelétrica, lenha, carvão vegetal, álcool, bagaço e outros resíduos vegetais. Os combustíveis fósseis, uma fonte de energia não renovável, que inclui o carvão mineral, o petróleo, as fontes nucleares e o gás natural, respondiam por 56,5% de nossa produção de energia primária (Figura 2.12).

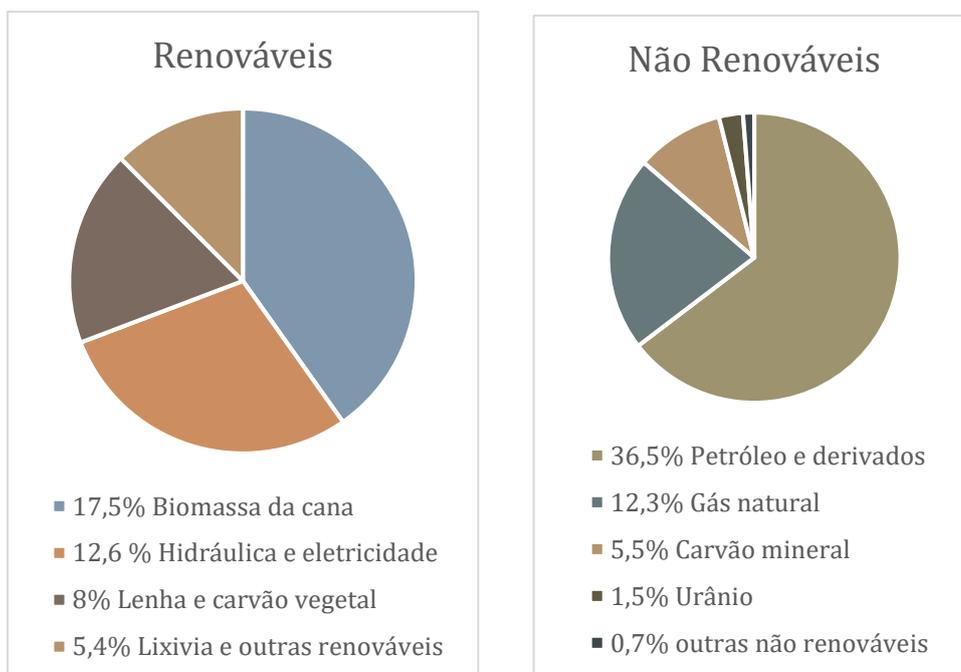


Figura 2.12 - Repartição da oferta interna de energia

## 2. O MATERIAL

### 3. QUEM USA A ENERGIA DO BRASIL?

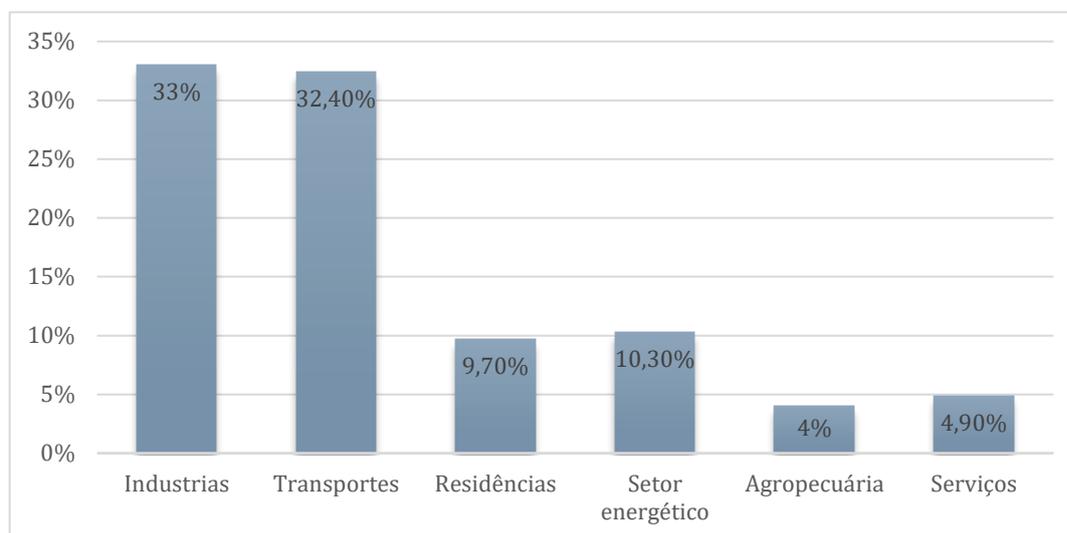


Figura 2.13 – Gráfico apresentando o consumo de energia de cada setor

Pela figura 2.13 pode ser observado que a produção industrial, transporte de carga e mobilidade das pessoas respondem por aproximadamente 65% do consumo de energia do país.

### 4. MATRIZ ELÉTRICA BRASILEIRA (2016)

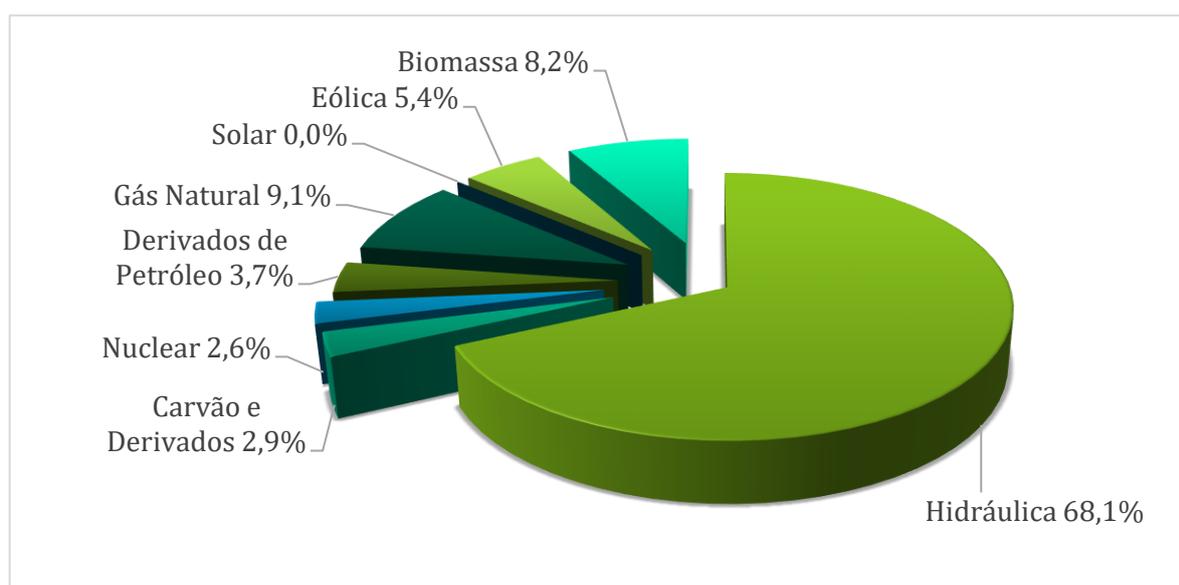


Figura 2.14 - Gráfico apresentando a geração de energia de cada matriz energética do Brasil no ano de 2016

## 2. O MATERIAL

### 5. VÍDEOS E LINKS

Para que você possa se informar mais sobre esses assuntos, sugerimos o vídeo sobre Fontes de energia. . Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Z1fZy2DQ0n0&t=5s>

### 6. REFERÊNCIAS

BRASIL, **Balanco Energético Nacional - Relatório Síntese ano base 2016**, disponível em: [https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final\\_2017\\_Web.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2017_Web.pdf), Acessado em: 15/06/2017

MOURA, A. L. S. **Energia: o vício da civilização - crise energética e alternativa sustentáveis**. Rio de Janeiro, Garamond, 2011

RIO DE JANEIRO. **Secretaria de Ciência e Tecnologia**, temáticas transdisciplinares: Sessões especiais de orientação acadêmica, 23p, 2013.

TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A.T.; PENTEADO, P.C.M.; **Física Ciência e Tecnologia**, 3. ed., v.3, São Paulo, Moderna, 2013

## 2. O MATERIAL

### TAREFA DE LEITURA 1

#### TAREFA DE LEITURA 1.1

1) Cite quais as principais diferenças entre uma fonte de energia renovável e uma fonte de energia não renovável, e dê exemplos:

---

---

---

---

2) (Unicamp 2000) Brasil: consumo de energia primária - 1970 e 1994

Considerando os dados anteriores:

a) Cite as duas principais alterações ocorridas no consumo de energia primária no Brasil entre 1970 e 1994.

---

---

---

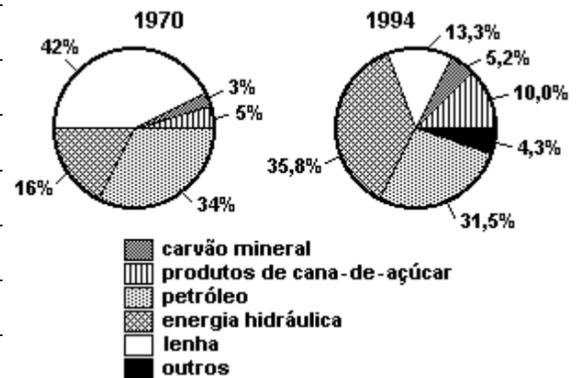
---

---

---

---

---



Fonte: "Anuário Estatístico do Brasil", 1974 e 1995.

3) Dos textos indicados para o estudo, qual foi o ponto mais confuso, ou difícil?

Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique o que você vê de confuso, ou difícil.

---

---

---

---

## 2. O MATERIAL

### CAPÍTULO II: USINA HIDROELÉTRICA

#### 1. FUNCIONAMENTO

Uma usina hidroelétrica tem como princípio básico a utilização da energia potencial gravitacional da água. Uma barreira de concreto é construída para a passagem da água em um rio que imunda essa região.

O sucesso na instalação e operação de uma usina hidroelétrica depende basicamente de dois fatores: grande disponibilidade de água (relacionada a um sistema climático caracterizado por chuvas constantes) e configuração de relevo que favoreça a formação de grandes quedas de água. Essas condições não estão presentes em todas as partes do planeta, de modo que a construção dessas usinas é mais adequada em algumas regiões que em outras.

Países como Brasil, Canadá, Estados Unidos, China, Índia e Austrália contam com grande potencial hidráulico para a produção de energia hidrelétrica. Mas nem sempre suas usinas são capazes de suprir uma porcentagem significativa da necessidade energética, já que o consumo de energia destes países é extremamente elevado e não há interesse ou condições de inundar grandes áreas com os reservatórios das usinas. Este é o caso, por exemplo, do Canadá, dos EUA e do Japão.

O Brasil é um país que apresenta condições favoráveis à implementação de usinas hidroelétricas em praticamente todas as suas regiões. Tanto é que a produção de eletricidade por meio desse tipo de usina no Brasil é marcante, sendo em 2010 cerca de 70% da energia do país.



Figura 2.15 - Usina hidroelétrica de São Simão (GO). Fonte: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/05/capacidade-instalada-de-geracao-de-energia-atinge-142-610-mw-em-marco/usina.jpg>

## 2. O MATERIAL

A represa retém uma grande quantidade de água acima de um nível de referência (A), que admite energia potencial gravitacional ( $E_p = mgh$ ). As comportas da barragem são abertas, e a água desce por meio de tubos. A altura da água diminui e sua velocidade aumenta. Nesse momento, ocorre a primeira transformação de energia: a energia potencial gravitacional da água se transforma em energia cinética ( $E_c = \frac{mv^2}{2}$ ) (B).

A água, com uma certa velocidade, atinge a parte inferior dos tubos, onde encontra-se a turbina. As pás da turbina giram e adquirem energia cinética. Nesse momento ocorre a segunda transformação de energia: a energia cinética da água se transforma em energia cinética na turbina (C). A água, que provocou o movimento das pás da turbina é conduzida novamente ao rio.

O eixo da turbina está conectado ao gerador elétrico. O gerador elétrico, por meio do processo de indução eletromagnética, produz a energia elétrica. Nesse momento, ocorre a terceira transformação de energia: a energia cinética das pás da turbina se transforma em energia elétrica no interior do gerador (D).

As correntes elétricas resultantes são coletadas por cabos e levada aos transformadores, onde as tensões são elevadas, e depois enviadas à central elétrica. Em seguida, são direcionadas para as linhas de transmissão, que então chega até a sua casa (E).

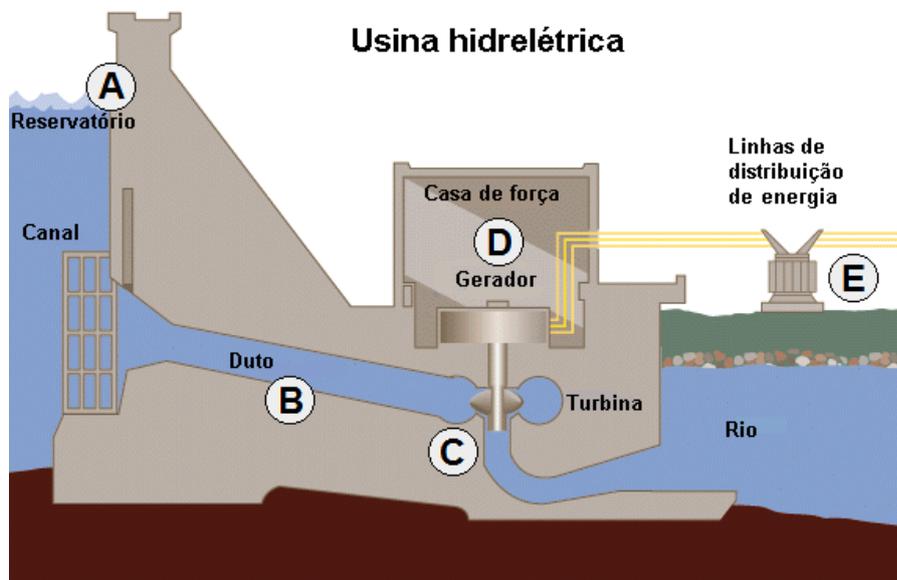


Figura 2.16 - Imagem do funcionamento de uma usina hidroelétrica (modificada). Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Hydroelectric\\_dam\\_portuguese.PNG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Hydroelectric_dam_portuguese.PNG)

## 2. O MATERIAL

### 2. VANTAGENS

Uma usina hidrelétrica possui um rendimento elevado, em torno de 95%, ou seja, 95 % da energia potencial gravitacional da água armazenada em energia elétrica. Portanto, a energia elétrica produzida por uma usina hidrelétrica é economicamente viável. Além disso a água é uma fonte de energia renovável.

A usina hidroelétrica pode produzir energia sem interrupções, pois utiliza a água como matéria-prima. Esse tipo de usina não é dependente de fatores climáticos como a incidência de ventos e raios solares. As barragens mantêm a água acumulada e pronta para a ocorrência das transformações de energia necessárias na produção da energia elétrica.

Uma usina hidroelétrica não se utiliza da queima de combustíveis fósseis e por isso sua poluição é muito menor se comparado com outros tipos de usinas.

Resumindo, as vantagens da usina hidrelétrica são:

- Rendimento elevado;
- Tecnologia para a produção é simples e barata;
- Pode produzir energia ininterruptamente;
- Recurso renovável;
- Em comparação ao petróleo, ao carvão mineral e o gás natural é muito menos poluente.

### 3. DESVANTAGENS

A construção de uma usina hidroelétrica exige uma vasta área livre em um terreno propício à construção da represa, além de recursos hídricos em abundância. O relevo deve ser apropriado, ou seja, não é possível construir uma usina hidroelétrica em um rio ou planície.

O custo para a construção e manutenção de uma grande usina é elevado e pode causar alto impacto ambiental e social no seu entorno. Uma grande área precisa ser inundada, e a população ribeirinha deve ser realocada, para outras áreas. A fauna e a flora também são afetadas, estudos indicam que as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) das hidrelétricas, podem ser comparáveis às emissões de CO<sub>2</sub> das termelétricas. Três fatores são responsáveis pela produção desses chamados gases quentes numa hidrelétrica: a decomposição da vegetação pré-existente, ou seja, das árvores atingidas pela inundação de áreas usadas na construção dos reservatórios; a ação de algas primárias que emitem CO<sub>2</sub> nos lagos das usinas; e o acúmulo nas barragens de nutrientes orgânicos trazidos por rios e pela chuva.

A falta de chuvas (estiagem) é outro problema que pode ocorrer em uma usina hidroelétrica, pois a mudança no volume de água que flui em um rio afeta a quantidade de água acumulada na represa. O menor volume de água acumulada ocasiona uma redução na sua energia potencial gravitacional. Isso afeta diretamente a quantidade de energia elétrica produzida.

## 2. O MATERIAL

Outro fator é que a barragem altera o fluxo de corrente e a vazão do rio a jusante (abaixo), que causa alargamento do leito original, aumento de profundidade e elevação do nível do lençol freático, criando pântanos.

Resumindo as desvantagens da usina hidroelétrica são:

- Exige vasta área livre, água em abundância e terreno apropriado;
- Alagamento de grandes áreas impactando no deslocamento de populações;
- Libera metano contribuindo para o aquecimento global;
- Ao alterar o regime fluvial pode prejudicar atividades agrícolas, agropecuárias, pesca e o transporte hidroviário

## 4. CONTEXTUALIZANDO

### 4.1 BANDEIRA TARIFÁRIA

A partir de 2015, as contas de energia passaram a trazer uma novidade: o sistema de Bandeiras Tarifárias.

O sistema possui três bandeiras: verde, amarela e vermelha, as mesmas cores dos semáforos, e indicam se a energia custa mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade:

- Bandeira verde: condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
- Bandeira amarela: condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,020 para cada quilowatt-hora (kWh) consumidos;
- Bandeira vermelha - Patamar 1: condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,030 para cada quilowatt-hora kWh consumido.
- Bandeira vermelha - Patamar 2: condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,035 para cada quilowatt-hora kWh consumido.

### 4.2 BRASIL AS ESCURAS

Em 2001 e 2002, o Brasil viveu uma crise energética sem precedentes. A crise gerou “apagões” principalmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste.

O termo “apagão” refere-se às constantes interrupções no fornecimento de energia elétrica durante esse período.

Alguns fatores contribuíram para essa crise: a falta de planejamento e investimento no setor de geração de energia elétrica, a escassez das chuvas e o aumento no consumo de energia devido ao crescimento da população e da produção nas indústrias.

## 2. O MATERIAL

### 5. VÍDEOS E LINKS

Para que você possa se informar mais sobre esses assuntos, sugerimos os seguintes vídeos:

- Notícia sobre hidrelétricas e o efeito estufa. Disponível em: <http://ciencia.estadao.com.br/noticias/geral,hidreletricas-emitem-gases-do-efeito-estufa-revela-estudo-da-coppe,20020109p58567>
- Notícia sobre a construção de uma usina hidrelétrica: Disponível em: <https://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/construcao-de-hidreletrica-na-amazonia-provocou-extincao-de-animais-16630344>
- Filme (Narradores de Javé). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Trm-CyihYs8>
- Gigantes da Engenharia – Itaipu: <https://www.youtube.com/watch?v=t868kON5IYA>
- Como funciona uma usina hidrelétrica. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=I9rdAw6g7wI>
- Meio Ambiente por Inteiro - O poder das hidrelétricas (06/06/15). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=rpqWTUvcd7U>
- JORNAL DA CIÊNCIA – Notícias 16.10.2012. Belo Monte é um monstro do desenvolvimentismo. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.jsp?id=84581>
- Caminho da Energia Hidrelétrica: <https://www.youtube.com/watch?v=oNVAbIc9Mx4>
- Entramos nas turbinas de Itaipu!!! #Boravê: <https://www.youtube.com/watch?v=48IlepuOvLw>

### 6. REFERÊNCIAS

ALVES, C. A. E. Narradores de Javé: uma leitura da preservação da memória e da identidade em culturas orais. txt – Leituras transdisciplinares de telas e textos. Belo Horizonte: ano II, n. 3, junho. 2006

ANEEL, Bandeiras tarifárias, disponível em: <http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias>, Acessado em: 30/05/2017

TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A.T.; PENTEADO, P.C.M.; Física Ciência e Tecnologia, 3. ed., v.3, São Paulo, Moderna, 2013

MENEZES, L.C. et. al.; Quanta Física, 2. ed., v.1, São Paulo, Pearson Education do Brasil, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Energia. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/clima/energia>

FEARNSIDE, P. M. Hidroelétricas como “Fabricas de Metano”: O papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases do efeito estufa. Oecol. Bras., 12 (1): p.100-115, 2008

FILHO, B.B.; DA SILVA, C.X.; Física aula por aula, 2. ed., v.3, São Paulo, FTD, 2013

## 2. O MATERIAL

### TAREFAS DE LEITURA 2

#### TAREFA DE LEITURA 2.1

1) Com relação a produção de energia elétrica através das usinas hidroelétricas, explique por que o Brasil está entre os países que mais produzem energia proveniente de usinas hidrelétricas.

---

---

---

---

---

2) Qual a relação entre o nível do reservatório das barragens e a quantidade de energia que pode ser produzida por uma usina hidroelétrica?

---

---

---

---

---

3) Dos textos indicados para o estudo, qual foi o ponto mais confuso, ou difícil?

Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique o que você vê de confuso, ou difícil.

---

---

---

---

---

## 2. O MATERIAL

### TAREFA DE LEITURA 2.2

1) (UFRN 2008 - modificada) A água é um recurso natural que pode ser utilizado para vários fins, dentre os quais se destaca a produção de energia.

Cite dois impactos socioambientais negativos que os lagos artificiais formados em decorrência da construção de usinas hidrelétricas produzem no território brasileiro

---

---

---

---

---

2) (UNICAMP 1999) A construção da hidrelétrica de Porto Primavera, na divisa entre Mato Grosso do Sul e São Paulo, está provocando um desastre ambiental e social na região do Rio Paraná e seus afluentes. (Folha de São Paulo, 04/08/97)

O trecho apresentado relaciona a construção de hidrelétricas com problemas ambientais e sociais. Explique por que podemos estabelecer relações entre hidrelétricas, migrações compulsórias e meio ambiente.

---

---

---

---

---

3) Dos textos indicados para o estudo, qual foi o ponto mais confuso, ou difícil?

Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique o que você vê de confuso, ou difícil.

---

---

---

---

## 2. O MATERIAL

### CAPÍTULO III: USINA TERMOELÉTRICA

#### 1. FUNCIONAMENTO

Em uma usina termelétrica, uma grande caldeira é utilizada no armazenamento da água no estado líquido. Em geral, esse tipo de usina é construído próximo a um grande reservatório de água, como um lago. A água armazenada na caldeira, é aquecida pela queima de um combustível fóssil. A energia térmica é transferida para a água, aumentando a agitação das suas moléculas e a sua temperatura. Nesse momento, ocorre a primeira transformação de energia: a energia térmica do combustível se transforma em energia cinética das moléculas da água no estado líquido. A água atinge a temperatura de ebulição, e uma parte se transforma em vapor de água.

O vapor superaquecido, em alta pressão, expande dentro de um tubo que desemboca em uma turbina. O vapor, então, aciona as turbinas. Nesse momento ocorre a segunda transformação de energia: a energia cinética das moléculas do vapor se transforma em energia cinética das pás da turbina.

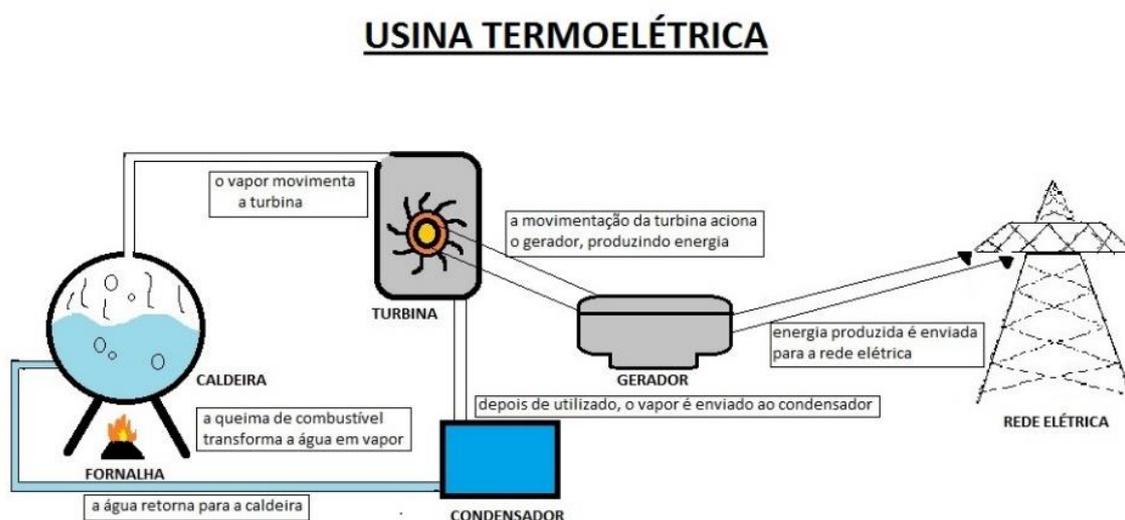


Figura 2.17 - esquema de funcionamento de uma usina termelétrica

Fonte: <http://caroldaemon.blogspot.com.br/2013/09/como-funciona-uma-termoeletrica.html>

A turbina está conectada ao gerador elétrico, e, a partir desse instante, o processo de produção de energia elétrica é o mesmo da usina hidrelétrica. Nesse momento ocorre a terceira transformação de energia elétrica: a energia cinética das pás da turbina se transforma em energia elétrica no interior do gerador.

## 2. O MATERIAL



**Figura 2.18 - Usina termelétrica Pampa Sul**

Fonte: <https://www.petronoticias.com.br/wp-content/uploads/2014/08/termeletrica.jpg>

A energia térmica ou calorífica é o resultado da combustão de diversos materiais, como carvão, petróleo, gás natural, todas fontes não renováveis, e biomassa (lenha, bagaço de cana etc.), que é uma fonte renovável.

Podemos citar alguns exemplos dos combustíveis que podem movimentar as termelétricas.

- **Gás natural:** As reservas de gás natural foram formadas há milhões de anos. Sua combustão libera óxido de nitrogênio e dióxido de carbono, embora este último em quantidades menores que o petróleo e o carvão.
- **Petróleo:** As termelétricas também podem operar a partir da queima de derivados de petróleo, que se formou durante milhões de anos pelas transformações químicas de materiais orgânicos, como os plânctons. Quando queimados, os derivados do petróleo (gasolina, óleo combustível, óleo diesel, etc.) produzem gases contaminantes, como monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono, que poluem a atmosfera e contribuem para o aquecimento da Terra e para a formação de chuva ácida, entre outros efeitos nocivos.
- **Carvão mineral:** Outro combustível muito usado em termelétricas é o carvão mineral – que também se formou há milhões de anos a partir de plantas e animais. É o pior combustível não renovável, pois sua combustão emite grandes quantidades de óxidos de nitrogênio e enxofre, que provocam

## 2. O MATERIAL

acidificação (chuva ácida), além de agravar doenças pulmonares, cardiovasculares e renais nas populações próximas. A queima do carvão também libera dióxido de carbono, que contribui para o aumento do efeito estufa.

- **Biomassa:** A biomassa é matéria de origem orgânica que pode ser usada como combustível em usinas termelétricas, com a vantagem de ser uma fonte renovável. Um exemplo de biomassa é a lenha. Podemos dizer que a lenha é renovável somente quando o ritmo de extração está em equilíbrio com o de reflorestamento. Caso contrário, ela perde seu caráter de renovabilidade, colocando em risco a sobrevivência das florestas.

A produção de biomassa pode ocorrer pelo aproveitamento de lixo residencial e comercial, ou de resíduos de processos industriais, como serragem, bagaço de cana e cascas de árvores ou de arroz. A biomassa representa um grande potencial energético para o Brasil, que é tradicionalmente um grande produtor de cana-de-açúcar, uma matéria-prima que pode ser integralmente aproveitada.

Outro subproduto da cana é o bagaço resultante da produção de açúcar e álcool, que pode ser aproveitado nas usinas termelétricas para geração de energia. É um potencial enorme, pois a quantidade de bagaço produzida a cada safra representa 30% do volume da cana moída. Isso permite que as usinas de cana se tornem autossuficientes em termos de energia, podendo mesmo vender a eletricidade excedente. Estima-se que o potencial da cana-de-açúcar seja equivalente à metade da produção gerada em Itaipu, o que a torna a principal biomassa energética do País

O Brasil possui usinas termelétricas em vários estados, mas algumas delas funcionam apenas quando há necessidade de suprimento extra de energia elétrica, em momentos críticos do fornecimento de eletricidade pelas usinas hidrelétricas.

## 2. VANTAGENS

A usina termelétrica, assim como a usina hidrelétrica, é economicamente viável, ou seja, o custo da energia produzida é baixo. A energia termelétrica também pode produzir energia elétrica ininterruptamente, desde que haja combustível disponível para o aquecimento.

Uma usina termoelétrica possui um bom rendimento, em torno de 50%. Esse rendimento é baixo, se comparado ao de uma usina hidrelétrica, porém satisfatório. Além disso, a usina não necessita de condições especiais de relevo e clima para ser construída, bastando, para isso, um terreno plano de pequena extensão e disponibilidade de combustíveis fósseis.

Resumindo as vantagens da termelétrica são:

- Bom rendimento;
- Tecnologia para produção de energia é simples e barata;
- Produção pode ocorrer 24 horas por dia;
- Não necessita de condições especiais de relevo.

## 2. O MATERIAL

### 2. DESVANTAGENS

A queima de combustíveis, utilizada no aquecimento da água, produz gás carbônico, que é poluente. A emissão do gás carbônico na atmosfera contribui para o aumento do efeito estufa e o aquecimento global.

Devido à queima de combustíveis fósseis, as termelétricas emitem nuvens poluentes diretamente na atmosfera que além da degradação das condições do ar respirável, esses poluentes contribuem para o efeito estufa – principalmente pelo dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) – e para a intensificação das chuvas ácidas – pelo dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ).

A água fria utilizada no resfriamento dos sistemas da termelétrica provém de um rio, lago ou braço de mar nas proximidades da usina. Essa fonte recebe de volta uma água bem mais quente do que foi retirada. Isso altera os ecossistemas locais, desoxigenando a água e causando danos ao meio ambiente.

Resumindo as desvantagens da usina termelétrica são:

- Libera dióxido de carbono contribuindo para o aquecimento global;
- Libera dióxido de enxofre contribuindo para a chuva ácida;
- A extração é responsável pela modificação da paisagem e em alguns casos pela remoção de população;
- Recurso não renovável.

### 4. CONTEXTUALIZANDO

#### 4.1 CHUVA ÁCIDA

A chuva ácida ocorre quando os gases derivados do enxofre e nitrogênio ( $\text{SO}_x$  e  $\text{NO}_x$ ) liberados pela queima do carvão e do petróleo reagem com o vapor d'água. Os ácidos sulfúrico e nítrico produzidos afetam o ambiente. A presença desses ácidos na chuva diminui o pH, o que favorece também a corrosão de prédios e monumentos. O problema é comum nos países de antiga industrialização, mas ainda mais evidente nos Tigres Asiáticos devido a sua legislação ambiental permissiva.

## 2. O MATERIAL

### 5. VÍDEOS E LINKS

Para que você possa se informar mais sobre esses assuntos, sugerimos os seguintes vídeos:

- Documentário Termelétrica: <https://www.youtube.com/watch?v=i1eA3SAerc>
- Reportagem Usinas Termoelétricas: <https://www.youtube.com/watch?v=UJDAFL7w6Is>
- Grupo EBX: Usina Termelétrica Itaqui: <https://www.youtube.com/watch?v=BhwV24lmhTA>
- Grupo EBX: Usina termelétrica Parnaíba -- liderança na geração a gás: <https://www.youtube.com/watch?v=k2Y24gzaAmc&t=146s>
- Meio Ambiente por Inteiro - Usinas termoelétricas: <https://www.youtube.com/watch?v=1gO-SpKiPZo>

### 6. REFERÊNCIAS

TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A.T.; PENTEADO, P.C.M.; Física Ciência e Tecnologia, 3. ed., v.3, São Paulo, Moderna, 2013

MENEZES, L.C. et. al.; Quanta Física, 2. ed., v.1, São Paulo, Pearson Education do Brasil, 2013.

FILHO, B.B.; DA SILVA, C.X.; Física aula por aula, 2. ed., v.3, São Paulo, FTD, 2013

## 2. O MATERIAL

### TAREFAS DE LEITURA 3

#### TAREFA DE LEITURA 3.1

1) Cite três combustíveis utilizados na produção das usinas termelétricas e sua obtenção.

---

---

---

---

---

2) Com relação a produção de energia elétrica através de uma usina termelétrica, quais são os pontos principais de sua produção e quais as transformações ocorridas no processo?

---

---

---

---

---

3) Dos textos indicados para o estudo, qual foi o ponto mais confuso, ou difícil?

Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique o que você vê de confuso, ou difícil.

---

---

---

---

---

## 2. O MATERIAL

### TAREFA DE LEITURA 3.2

1) A intensificação do uso de fontes de energia de origem fóssil (carvão mineral, petróleo, gás natural etc.) gera vários problemas ambientais. Aponte os principais problemas gerados por essas fontes de energia.

---

---

---

---

---

2) Com tantos aspectos negativos do ponto de vista ambiental, como os relatados no texto base, o que justifica a instalação de uma usina termelétrica em determinada localidade?

---

---

---

---

---

3) Dos textos indicados para o estudo, qual foi o ponto mais confuso, ou difícil?

Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique o que você vê de confuso, ou difícil.

---

---

---

---

---

## 2. O MATERIAL

### CAPÍTULO IV: ESTRUTURA DA MATÉRIA

#### 1. INTRODUÇÃO

Se cortarmos ao meio uma maçã e pegarmos uma das metades e novamente cortarmos ao meio, e repetindo o mesmo processo umas trinta vezes, chegaríamos a um “fragmento da maçã” com dimensões atômicas da ordem de um bilionésimo de seu tamanho original. Se repetíssemos o processo por mais 13 ou 14 vezes, chegaríamos às dimensões do núcleo atômico.

O átomo representa a unidade básica que compõe a matéria. São os tijolos fundamentais que combinamos e formam tudo que conhecemos. A tabela periódica, estudada em química, apresenta uma lista com mais de 100 átomos naturais conhecidos atualmente. Quando associamos os átomos, formam moléculas e retículos cristalinos que proporcionam as mais diferentes características às substâncias. Por exemplo a diferença entre o diamante e o carvão se dá na maneira com que esses átomos se organizam.

#### 1. RADIOATIVIDADE

Em 1896, trabalhando com sulfato duplo de urânio, Becquerel descobriu que cristais desse sal emitiam “uma espécie de radiação” que sensibilizava chapas fotográficas, mesmo que elas estivessem protegidas da ação da luz. Após cuidadosas observações, sob condições controladas, ele concluiu que se tratava de um novo tipo de radiação, cuja a emissão não necessitava de estímulo externo. Essa emissão espontânea foi denominada **radioatividade**. Experimentos subsequentes mostraram que outras substâncias também apresentavam essa propriedade.

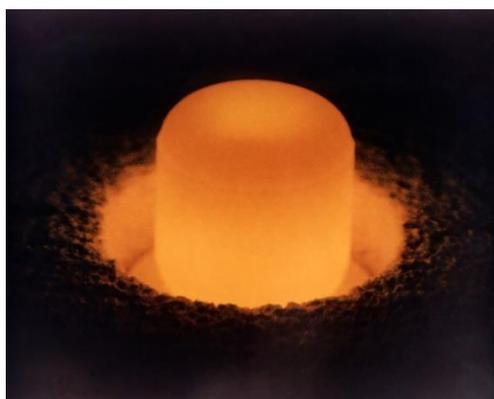


Figura 2.19 - Amostra de plutônio iluminado pela própria radioatividade.

Fonte: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/26/Plutonium-238\\_pellet.jpg/960px-Plutonium-238\\_pellet.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/26/Plutonium-238_pellet.jpg/960px-Plutonium-238_pellet.jpg)

## 2. O MATERIAL

As experiências mais importantes nesse novo campo da física foram desenvolvidas pelo casal de químicos Marie Curie e Pierre Curie. Após numerosos e cuidadosos procedimentos de separação e purificação de minérios radioativos, o casal comunicou a descoberta de outros dois elementos espontaneamente radioativos, ainda desconhecidos. Esses elementos foram denominados posteriormente de polônio (Po) e rádio (Ra).

Outros experimentos, incluindo os trabalhos de Rutherford com partículas alfa, sugeriram que a radioatividade era o resultado da desintegração de núcleos atômicos instáveis e são divididos em três tipos:

- emissão alfa ( $\alpha$ ) – núcleos de hélio, ou seja,  $\alpha = {}^4_2\text{He}^{2+}$ ;
- emissão beta ( $\beta$ ) – elétrons ( $e^-$  ou  $\beta^-$ ) ou pósitrons ( $e^+$  ou  $\beta^+$ );
- emissão gama ( $\gamma$ ) – radiação eletromagnética originada pela emissão de fótons de alta energia.

## 3. FISSÃO NUCLEAR E FUSÃO NUCLEAR

### 3.1 FISSÃO NUCLEAR

O processo de fissão nuclear consiste na liberação de energia pela divisão do núcleo original em núcleos menores.

Com a construção dos aceleradores de partículas e dos reatores nucleares, a partir de meados do século XX, as reações nucleares tornaram-se muito comuns e extremamente úteis à física, tanto científica como tecnologicamente. Uma reação de fissão nuclear ocorre quando núcleos pesados, como o  ${}^{235}\text{U}$ , são “quebrados” em núcleos menores pela colisão com outras partículas.

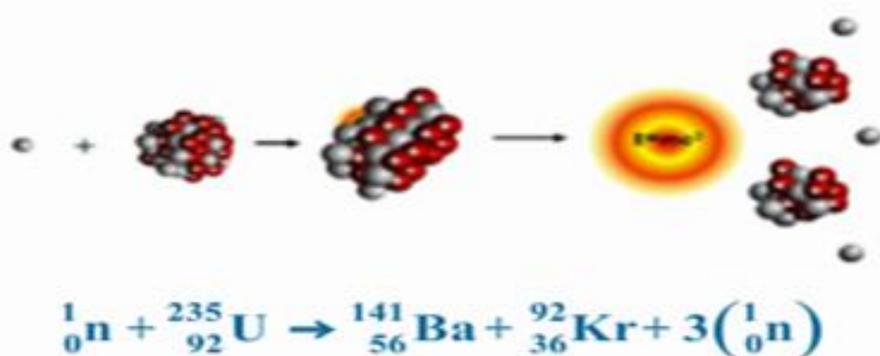


Figura 2.20 - Representação da fissão nuclear sem escala.

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/discovirtual/galerias/imagem/0000003862/md.000043085.png>

## 2. O MATERIAL

Caso haja próximo a eles outros núcleos de urânio-235, é provável que estes sejam atingidos pelos nêutrons liberados na fissão. Esse processo pode continuar ocorrendo com outros núcleos sucessivamente, desencadeando novas fissões e a liberação de mais nêutrons, provocando o que é denominado reação em cadeia.

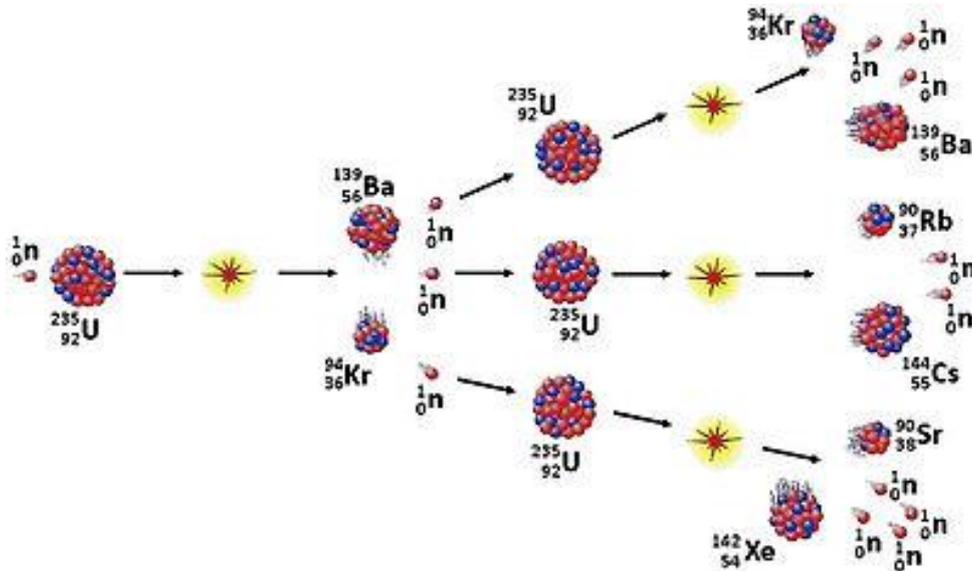


Figura 2.21 - Reação em cadeia. Fonte: <https://goo.gl/images/TytqZG>

O processo de reação em cadeia pode ser controlado ou não. No caso da bomba atômica, o processo de fissão ocorre por meio da reação em cadeia sem controle, ou seja, em um curto intervalo de tempo ocorre a liberação de grande quantidade de energia, provocando uma imensa explosão. No caso dos reatores nucleares usados nas usinas term nucleares, a reação em cadeia é controlada, ou seja, a taxa de fissão nuclear é monitorada.

### 3.1 FUSÃO NUCLEAR

O processo de fusão nuclear é o oposto da fissão. Na fusão, núcleos de elementos se fundem para formar um novo núcleo e esse processo ocorre com ganho de energia.

O exemplo mais comum da fusão nuclear é o que ocorre no Sol. No interior dessa estrela, quatro átomos de hidrogênio se fundem para formar um átomo de hélio. Cerca de 90% das estrelas, fundem hidrogênio, gerando hélio. Estrelas mais velhas fundem hélio e elementos mais pesados.

## 2. O MATERIAL

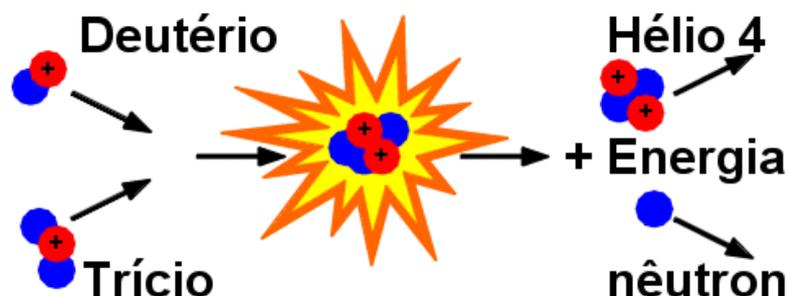


Figura 2.22 - Esquema de fusão do deutério e trítio para a formação de uma partícula alfa ( ${}^4\text{He}$ ).

Fonte: <https://goo.gl/images/ia8KHc>

## 4. VÍDEOS E LINKS

Para que você possa se informar mais sobre esses assuntos, sugerimos os seguintes vídeos:

- Armas Nucleares | Nerdologia 172: <https://www.youtube.com/watch?v=mgaX6gd1F0E&t=15s>
- Bomba atômica e armas nucleares | Nerdologia 173: <https://www.youtube.com/watch?v=J9SAZ314yNg&t=18s>
- A irradiação na prevenção de pragas: <https://www.youtube.com/watch?v=auqtGgkSnBs>
- Alimentos Radioativos podem te matar?: <https://www.youtube.com/watch?v=4z4IRwpboXg>
- Conheça o trabalho de profissionais que desenvolvem a radioatividade para salvar vidas: <https://www.youtube.com/watch?v=nWongp3dsIE>
- Tipos de radiação partícula alfa, beta e radiação gama: <https://www.youtube.com/watch?v=N1TMhRKiOBk>

## 5. REFERÊNCIAS

TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A.T.; PENTEADO, P.C.M.; Física Ciência e Tecnologia, 3. ed., v.3, São Paulo, Moderna, 2016

FILHO, B.B.; DA SILVA, C.X.; Física aula por aula, 3. ed., v.3, São Paulo, FTD, 2016.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R.; Física em contextos, 1. Ed., v.3, São Paulo, Editora do Brasil, 2016.

BONJORNO, J. R. et al., Física: Eletromagnetismo, física moderna, 3. ed., v.3, São Paulo, FTD, 2016.

## 2. O MATERIAL

### TAREFA DE LEITURA 4

#### TAREFA DE LEITURA 4.1

1) O que diferencia a fissão da fusão nuclear?

---

---

---

---

---

2) De onde provém a energia que vem do Sol? Justifique sua resposta.

---

---

---

---

---

3) Dos textos indicados para o estudo, qual foi o ponto mais confuso, ou difícil?

Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique o que você vê de confuso, ou difícil.

---

---

---

---

---

## 2. O MATERIAL

### CAPÍTULO V: USINA NUCLEAR

#### 1. FUNCIONAMENTO

O funcionamento de uma usina nuclear é semelhante ao de uma usina termelétrica, ou seja, a água aquecida se transforma em vapor, que aciona o movimento das pás de uma turbina. A energia cinética do movimento das pás é convertida em energia elétrica no gerador elétrico.

O processo de fissão nuclear começa no reator, e a energia liberada é utilizada para aquecer a água, que é então conduzida ao gerador de vapor. Ao esquentar e ebulir a água, o vapor produzido sob alta pressão é direcionado para a turbina, que entra em movimento. Acoplado a ela encontra-se um gerador que, ao ser acionado, produz energia elétrica.

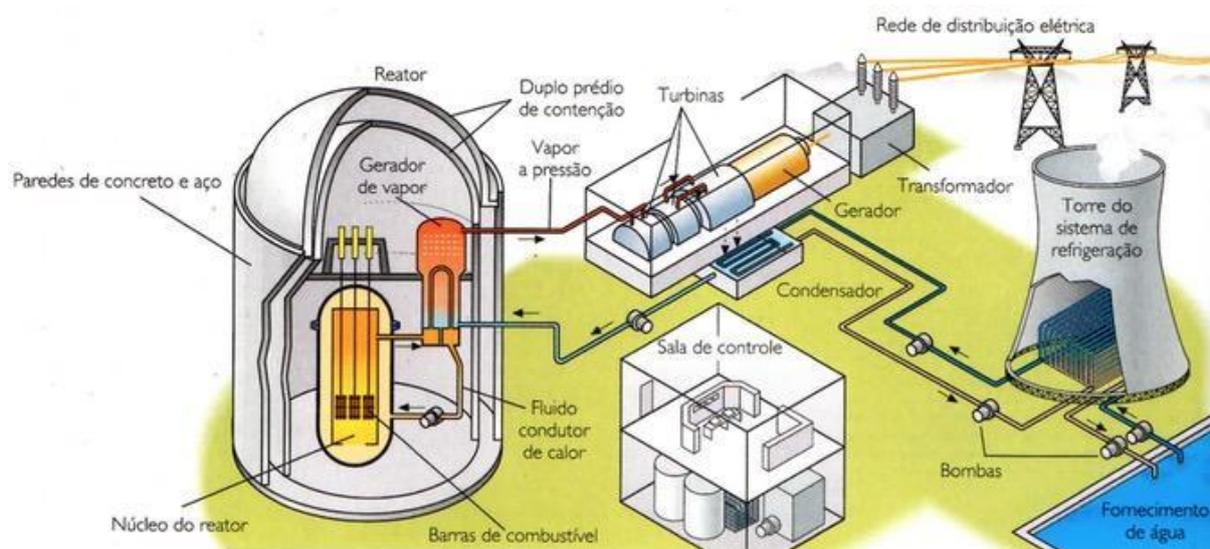


Figura 2.22 - Esquema de geração de eletricidade com energia nuclear. Fonte: <https://goo.gl/images/UUd2IG>

#### 2. VANTAGENS

As vantagens da utilização desse tipo de usina são semelhantes às de uma usina termelétrica, ou seja, possui bom rendimento (em torno de 50%), funciona ininterruptamente (desde que o combustível nuclear esteja presente) e não é necessária nenhuma condição geográfica especial para a sua construção. Além disso, uma usina nuclear não emite gás carbônico, portanto, não é poluente.

Uma quantidade pequena de material radioativo é necessária para a produção de energia: para efeito de comparação, apenas 10 gramas de urânio produzem a mesma quantidade de energia de 700kg de óleo ou 1200kg de carvão.

## 2. O MATERIAL

A usina pode ser instalada em um espaço pequeno, se comparada às usinas hidrelétricas, e não depende de fatores climáticos como chuvas e vento. Apesar do risco de contaminação, a quantidade de resíduos gerados é pequena e compacta.

Resumindo, as vantagens da usina nuclear são:

- Bom rendimento;
- Forma concentrada de energia;
- Pode produzir energia 24h por dia;
- Não polui no momento da produção de energia;
- Quantidade de resíduos pequena e compacta.

## 2. DESVANTAGENS

Esse tipo de usina utiliza combustível nuclear para a produção da energia térmica necessária na evaporação da água líquida. O vazamento do combustível nuclear pode causar contaminação nos seres humanos, nos animais, no solo e no ambiente.

Caso um acidente nuclear ocorra, uma grande área precisará ser evacuada, podendo se tornar inabitável, como ocorreu na cidade de Prypiat (ver capítulo 4.1), após o acidente nuclear na usina de Chernobyl. As usinas nucleares modernas são seguras e os riscos controlados.

Resumindo, as desvantagens da usina nuclear são:

- Resíduos devem ser armazenados em lugares seguros;
- Alto custo na implantação e manutenção;
- Um acidente nuclear pode ter consequências catastróficas;
- Lixo radioativo - requer armazenamento por tempo indeterminado.

## 2. A USINA NUCLEAR NO BRASIL E NO MUNDO

No final dos anos 60 e começo dos anos 70, o governo brasileiro planejava construir três usinas nucleares, que deveriam estar em funcionamento no final da década de 70. Um acordo foi firmado entre o governo brasileiro, ainda durante o regime militar, e o governo da antiga Alemanha Ocidental permitindo a compra de equipamentos e a transferência de tecnologia para que o Brasil pudesse se tornar posteriormente autônomo nessa área. Atualmente, o país conta com duas usinas nucleares em funcionamento (Angra I e Angra II) e mais uma em construção (Angra III). O potencial brasileiro para produção de energia nuclear é alto devido às grandes reservas de urânio, sendo estas consideradas a sétima maior do mundo. Apesar do grande potencial, a energia nuclear sofre forte resistência dos ambientalistas e setores da população.

## 2. O MATERIAL



Figura 2.23- Complexo nuclear de Angra dos Reis. Fonte: <https://goo.gl/images/tmcibj>

No Brasil, a usina nuclear corresponde a apenas 3% da produção de energia elétrica, enquanto em países como a França esse valor chega a 76%. A tabela abaixo mostra os cinco países mais dependentes da produção de energia elétrica pelas usinas nucleares:

Cinco países mais dependentes da energia nuclear	
<b>França</b>	76,2% da sua matriz energética
<b>Ucrânia</b>	48% da sua matriz energética
<b>Coreia</b>	32,7% da sua matriz energética
<b>Japão</b>	26,9% da sua matriz energética
<b>Alemanha</b>	23% da sua matriz energética

## 2. O MATERIAL

### 4. CONTEXTUALIZANDO

#### 4.1 O ACIDENTE NUCLEAR DE CHERNOBYL

A cidade de Prypiat, na Ucrânia, não existe mais. No dia 26 de abril de 1986, um grande acidente nuclear na usina de Chernobyl, espalhou radiação pela antiga União Soviética e até mesmo em alguns outros países europeus. Mais de 70 toneladas de urânio e 900 toneladas de grafite foram lançadas na atmosfera.

Nesse dia, um procedimento-padrão de manutenção estava programado no reator número 4. Porém um problema no resfriamento fez com que o reator explodisse. A radiação cobriu um raio de 100 mil km<sup>2</sup>. Os moradores tiveram que sair da cidade após 30 horas, e nunca mais foi permitida que voltassem. A cidade de Prypiat, nascida em função da usina, virou uma cidade fantasma.

Estima-se que 80 mil pessoas tenham morrido devido à radiação e que 2,4 milhões de ucranianos tenham sofrido algum problema de saúde.



Figura 2.24 - Cidade de Prypiat abandonada depois do acidente nuclear.

Fonte: <https://goo.gl/images/xlXneZ>

#### 4.1 O ACIDENTE DO CÉSIO 137

Em 1987, na cidade de Goiânia, uma certa quantidade de material radioativo (armazenado em um aparelho de radioterapia abandonado) foi indevidamente manuseada por várias pessoas, que ficaram maravilhadas com o brilho intenso de cor azul apresentado por esse material.

## 2. O MATERIAL

As pessoas que tiveram contato com esse material apresentaram náuseas, vômitos, diarreias e queimações na pele. Apenas 17 dias depois, o material foi identificado como radioativo e as primeiras providências foram tomadas pelo CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear).

No total, quatro pessoas morreram em virtude da contaminação pela radiação. O lixo radioativo está confinado em contêineres, devidamente guardado em uma cidade a 23km de Goiânia.

### 4. VÍDEOS E LINKS

Para que você possa se informar mais sobre esses assuntos, sugerimos os seguintes vídeos:

- Energia nuclear em 2 minutos: <https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58>
- Fantástico - Saiba como funciona uma usina nuclear por dentro: [https://www.youtube.com/watch?v=65Nr8A\\_xt98&t=283s](https://www.youtube.com/watch?v=65Nr8A_xt98&t=283s)
- Chernobil e a lava radioativa | Nerdologia 205: <https://www.youtube.com/watch?v=3K8FpaITAF0>
- Chernobil: as terríveis consequências | Nerdologia 206: <https://www.youtube.com/watch?v=h8Dzyn7hMKU>
- Meio Ambiente por Inteiro - Energia nuclear (26/05/12): <https://www.youtube.com/watch?v=cpyB8YWqW50&t=204s>
- Como a Energia Nuclear Funciona? | Ep. 45: <https://www.youtube.com/watch?v=T6uOxjObjEc>

### 5. REFERÊNCIAS

TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A.T.; PENTEADO, P.C.M.; Física Ciência e Tecnologia, 3. ed., v.3, São Paulo, Moderna, 2016

FILHO, B.B.; DA SILVA, C.X.; Física aula por aula, 3. ed., v.3, São Paulo, FTD, 2016.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R.; Física em contextos, 1. Ed., v.3, São Paulo, Editora do Brasil, 2016.

## 2. O MATERIAL

### TAREFA DE LEITURA 5

#### TAREFA DE LEITURA 5.1

1) Quais as etapas de produção de energia elétrica em uma usina nuclear?

---

---

---

---

---

2) O Brasil pretende desenvolver e explorar a tecnologia que lhe possibilite dominar todo o ciclo de produção do combustível nuclear utilizado nas usinas para produzir eletricidade. Isso lhe permitiria também desenvolver submarinos nucleares, que podem fazer longas viagens com economia de combustível. Organismos internacionais e países que se opõem a isso afirmam que o domínio dessas técnicas proporciona a produção de bombas atômicas. Em sua opinião, o Brasil deve investir no desenvolvimento dessas técnicas? Justifique sua escolha.

---

---

---

---

---

3) Dos textos indicados para o estudo, qual foi o ponto mais confuso, ou difícil?

Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique o que você vê de confuso, ou difícil.

---

---

---

---

---

## 2. O MATERIAL

### CAPÍTULO VI: EFEITO FOTOELÉTRICO E A USINA SOLAR

#### 1. EFEITO FOTOELÉTRICO

O efeito fotoelétrico é o efeito que ocasiona a emissão de elétrons por um material, geralmente metálico, quando submetido a uma radiação eletromagnética (como a luz) de alta frequência, que depende do material, como por exemplo a radiação ultravioleta. Os elétrons ejetados são denominados fotoelétrons.

Para arrancar um elétron de um metal, deve se realizar um trabalho sobre ele, fornecendo uma quantidade de energia denominada função trabalho do metal,  $E_T$ . Se essa energia for de origem térmica, temos a chamada emissão termiônica. É por emissão termiônica, por exemplo, que os elétrons saem de um filamento de tungstênio aquecido para formar a imagem no tubo de imagens de uma TV.

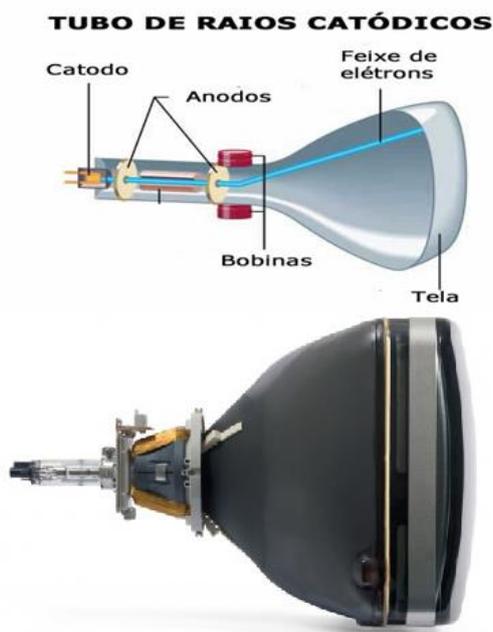


Figura 1 - Funcionamento de uma TV de tubo. Fonte: <http://ap.imagensbrasil.org/image/8z1BIS>

Aparentemente, não haveria problema na explicação do efeito fotoelétrico, em que os elétrons são arrancados pela luz, pois esta forneceria a energia necessária para arrancá-los. No entanto, observações experimentais mostravam que o ato de arrancar elétrons dependia da cor da luz utilizada (frequência) e não de sua intensidade.

De acordo com o Eletromagnetismo de Maxwell, se jogássemos luz vermelha (baixa frequência) em um metal e notássemos que os elétrons não estavam sendo arrancados, bastaria

## 2. O MATERIAL

umentar a intensidade. Mas isso não funcionava. Por outro lado, se usássemos a luz violeta (alta frequência), os elétrons poderiam ser arrancados, mesmo que a intensidade fosse baixa.

Foi Einstein que conseguiu relacionar a necessidade de uma dependência da energia da luz com sua frequência, lançando a hipótese que uma luz monocromática de frequência  $f$  era constituída de unidades indivisíveis, que foram denominados os fótons.

Hoje em dia, o efeito fotoelétrico está presente em nosso cotidiano. Com os sensores fotoelétricos é possível acender ou desligar automaticamente a iluminação nas ruas e de ambientes comuns como corredores e é possível abrir e fechar portas, como acontece nos *shoppings*.



Figura 2.26 - Criança abrindo uma porta de um shopping, retirada do vídeo “Mágica pra abrir a porta do shopping”. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=8ux33Zim2x8>

## 2. USINA SOLAR

### 2.1 FUNCIONAMENTO

Existem duas formas de produzir energia elétrica por meio da luz solar: As placas voltaicas e as termossolares.

As placas fotovoltaicas são feitas de silício, um material abundante na Terra, que também é utilizado na produção de chips e processadores de computadores. As células possuem uma camada positiva e uma camada negativa, o que cria um campo elétrico e uma diferença de potencial entre elas.

A energia solar é absorvida pelas células fotovoltaicas. Essa energia libera elétrons, pelo efeito fotoelétrico, que se movem por meio das placas e formam uma corrente elétrica.

## 2. O MATERIAL



Figura 2.27 - Placa fotovoltaica instalada no teto de uma residência. Fonte: <https://goo.gl/images/Jtwi2D>

As ondas eletromagnéticas são geradas pelo Sol pela fusão nuclear. Essas ondas transportam energia até a superfície da Terra, na qual são captadas por placas fotovoltaicas, feitas de material semicondutor, que transformam a energia solar em energia elétrica.

As usinas termossolares captam a energia solar por intermédio de espelhos que refletem as ondas eletromagnéticas para uma torre receptora.

A energia captada é usada para aquecer sal liquefeito, que é usado posteriormente para a produção do vapor de água. O vapor superaquecido é usado para movimentar uma turbina, que transforma a energia cinética do movimento do rotor em energia elétrica.

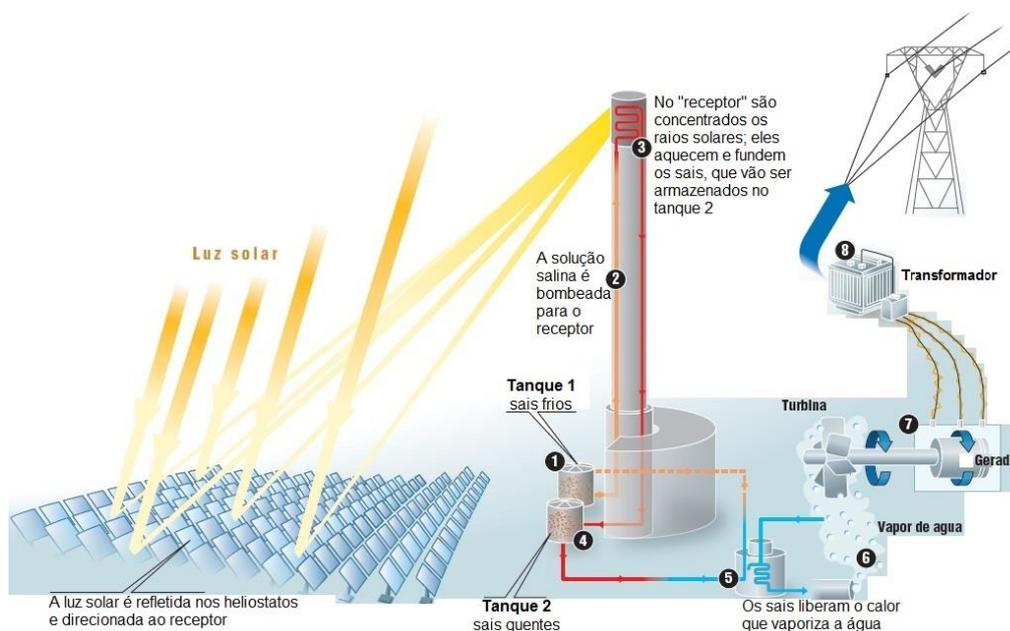


Figura 2.28 - Esquema do funcionamento de uma usina termossolar. Fonte: <https://goo.gl/images/NqmMh3>

## 2. O MATERIAL

---

### 2.2 VANTAGENS

A produção de energia elétrica pela conversão de energia solar é renovável, afinal, o Sol ainda produzirá energia por 5 bilhões de anos. A manutenção de uma usina solar é mínima e não é poluente.

As placas voltaicas e as pequenas usinas solares são alternativas na produção de energia em lugares remotos e de difícil acesso.

Resumindo, as vantagens da usina solar são:

- Instalação relativamente simples e com pequena manutenção;
- Não há resíduos nem impactos ambientais;
- Não há consumo de combustível;
- Não há gastos suplementares, após a instalação.

---

### 2.3 DESVANTAGENS

As placas fotovoltaicas possuem um rendimento muito baixo, em torno de 15%, portanto, o investimento é alto e a produção de energia é baixa. Além disso, é necessária a incidência solar, o que não permite a produção de energia durante a noite. A produção também pode variar em dias nublados, com chuva ou neve.

Devido a essas desvantagens, a utilização de energia solar para produzir energia elétrica é mais indicada em pequena escala.

Resumindo, as desvantagens da usina termossolar são:

- Custo inicial elevado;
- Baixa rendimento na obtenção de energia elétrica;
- Variação da produção devido a situações climáticas: nuvens, neve e chuva.

---

### 2.3 ENERGIA SOLAR NO BRASIL E NO MUNDO

O Brasil é um país privilegiado em relação à incidência da luz solar, Santa Catarina é o estado que possui a menor incidência de luz solar, e possui uma incidência média de 30% maior que toda a Alemanha. O mapa abaixo mostra a distribuição da incidência de luz solar nas regiões do Brasil.

## 2. O MATERIAL



Figura 2.29 - Potencial solar do território brasileiro. Fonte: <https://goo.gl/images/rbiQFU>

Entre 2010 e 2015, o setor teve um crescimento de 8% no país, ocupando a 3ª posição no ranking mundial, ficando apenas atrás de China e Turquia. Em 2015, o país ocupou a segunda posição em volume físico de produção. Os dados são da agência alemã Sol Rico, que apurou os dados de 18 países.

Segundo a última pesquisa do DASOL – Departamento Nacional de Energia Solar Térmica, da ABRVA, em 2015, foram produzidos 7.968 GWh de energia, com 12,4 milhões de metros quadrados acumulados de área instalada. São cerca de 6 milhões de residências que já dispõem do equipamento. A energia elétrica produzida por esses painéis evita a emissão de 2,15 milhões de dióxido de carbono anualmente na atmosfera. O gráfico a seguir mostra a evolução do mercado de aquecimento solar no Brasil.

A pesquisa do DASOL abordou a produção de coletores solares classificados por tipos: aberto, fechado e a vácuo. Os coletores abertos são normalmente utilizados para piscinas, pois não possuem cobertura transparente e nem isolamento térmico. Os coletores fechados planos e de tubo a vácuo são

## 2. O MATERIAL

utilizados para fins sanitários. Os abertos representam hoje 43,5% dos instalados; os fechados 54,7% e os a vácuo 1,8%. Em 2015, houve decréscimo dos coletores abertos de 5,3% e nos coletores fechados foi 1,8%. Os coletores de tubos de vácuo, apresentaram crescimento expressivo de 57,9%.

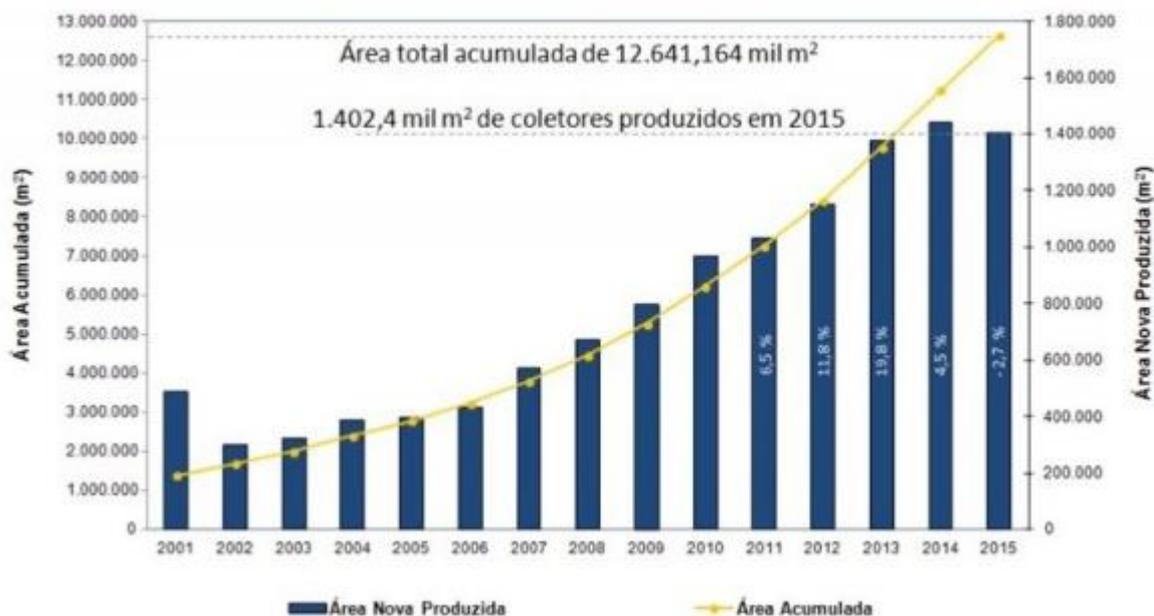


Figura 2.30 - Evolução do mercado de aquecimento solar brasileiro. Fonte:

<http://www.homedecore.com.br/brasil-e-3o-pais-em-ranking-internacional-de-aquecedores-solares/>

## 4. VÍDEOS E LINKS

Para que você possa se informar mais sobre esses assuntos, sugerimos os seguintes vídeos:

- EDP mostra carro a energia solar: [https://www.youtube.com/watch?v=HH3K\\_tNy8AA](https://www.youtube.com/watch?v=HH3K_tNy8AA)
- Uma lição sobre energia solar: <https://www.youtube.com/watch?v=Y-JcNXugAKU>
- Reportagem do Fantástico sobre a Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: <https://www.youtube.com/watch?v=2jkyJoi-DZU>
- Energia Solar - Especialista responde perguntas: <https://www.youtube.com/watch?v=NaIcLCSfzRk>
- Por que a energia solar não está em todos os telhados? #Boravê: <https://www.youtube.com/watch?v=vFuI858vRSg&t=2s>
- Meio Ambiente por Inteiro - Energia Solar (17/09/16): <https://www.youtube.com/watch?v=8KEzokWZe9A&t=127s>
- Governo do Rio de Janeiro lança Atlas Solar do estado: <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2017/04/governo-rio-de-janeiro-lanca-atlas-solar-estado/31548>

## 2. O MATERIAL

### 5. REFERÊNCIAS

TORRES, C.M.A.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A.T.; PENTEADO, P.C.M.; Física Ciência e Tecnologia, 3. ed., v.3, São Paulo, Moderna, 2016

FILHO, B.B.; DA SILVA, C.X.; Física aula por aula, 3. ed., v.3, São Paulo, FTD, 2016.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R.; Física em contextos, 1. Ed., v.3, São Paulo, Editora do Brasil, 2016.

LUZ, A.M.R.; ÁLVARES, B. A.; GUIMARÃES, C.C.; Física: contexto & aplicações: ensino médio, v.3, 2. ed, São Paulo, Scipione, 2016.

## 2. O MATERIAL

### TAREFA DE LEITURA 6

#### TAREFA DE LEITURA 6.1

1) Diferencie uma usina de concentração de luz solar (termossolar) e o de uma usina fotovoltaica.

---

---

---

---

---

2) No ano de 1900, o físico alemão Max Planck (1858–1947) apresentou à Sociedade alemã de Física um artigo que introduzia a ideia de quantização de energia, segundo a qual um corpo aquecido não emite energia de modo contínuo. A explicação do efeito fotoelétrico foi feita, em 1905, pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955) utilizando o conceito de quantização. Sendo assim, descreva as principais características do Efeito Fotoelétrico.

---

---

---

---

---

3) Dos textos indicados para o estudo, qual foi o ponto mais confuso, ou difícil?

Não mencione meramente uma página, seção, ou o nome de um assunto. Explique o que você vê de confuso, ou difícil.

---

---

---

---

---

## 3. A APLICAÇÃO

### 3.1 PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Os procedimentos a seguir foram realizados em turmas de segundo ano de um colégio do estado do Rio de Janeiro, que oferece ensino gratuito para turmas de Ensino Médio. Ao todo, o colégio no ano de 2017 contava com aproximadamente 790 alunos, divididos entre os turnos manhã, tarde e noite, todas as turmas são de ensino médio regular. A inserção do aluno no colégio é feita por meio de inscrição presencial ou por meio de endereço eletrônico.

O segundo ano do ensino médio é composto por três turmas no turno da manhã, duas no turno da tarde e uma no turno da noite.

As turmas do turno da manhã são regidas pelo autor do trabalho e as outras são regidas por outros professores da escola. Devido a este fato as três turmas da manhã foram selecionadas para utilizar o método IpC, e as outras três somente participaram da pesquisa para se ter dados de referência local de turmas regidas pelos métodos tradicionais.

Os conteúdos selecionados fazem parte dos conteúdos propostos pelo currículo básico do estado do Rio de Janeiro e são propostos para os 3º e 4º bimestres das turmas de segundo ano do ensino médio das escolas estaduais. A carga horária da disciplina de física nesse estado é de dois tempos semanais, com 50 minutos de duração cada tempo de aula. Por simplificação, será denominado ao termo aula como um conjunto de dois tempos de 50 minutos cada, isto é, uma aula igual a 100 minutos.

O trabalho foi desenvolvido ao longo de 9 aulas, totalizando 15 horas em cada turma. Em cada aula foram realizadas atividades envolvendo aspectos teóricos juntamente com o uso das simulações e vídeos, que continham pontos específicos sobre a produção de energia elétrica.

**Tabela 3.1** – Cronograma do desenvolvimento das atividades em sala de aula.

Data	Turmas	Conteúdo ministrado	Tarefas aos alunos
Aula 0	1, 2 e 3	Apresentação dos cartões e do método	Responder perguntas de conhecimentos gerais.
Aula 1 09/08/2017	1,2 e 3	Apresentação do pré-teste	Aplicação do pré-teste (3º bimestre) Envio do capítulo I do material de leitura (apêndice C) para os alunos, a ser entregue no dia 14/08.
10/08/2017	6	Apresentação da pesquisa	Aplicação do pré-teste (3º bimestre).
Aula 2 14/08/2017	1, 2 e 3	-	Entrega da tarefa de leitura 1.1 do capítulo I.
15/08/2017	4 e 5	Apresentação da pesquisa	Aplicação do pré-teste.
Aula 2	1, 2 e 3	Exposição teórica sobre os conteúdos de Fontes de energia. Exposição de trechos dos vídeos disponíveis no Apêndice C, capítulo I.	Resolução dos testes conceituais (TC1, TC2, TC3, TC4 e TC5) do apêndice B. Envio do capítulo II do material de leitura para os alunos.

## 3. A APLICAÇÃO

Aula 3 21/08/2017	1, 2 e 3	-	Entrega das tarefas de leitura 2.1 e 2.2 do capítulo II
Aula 3 23/08/2017	1, 2 e 3	Exposição teórica sobre o funcionamento de uma Usina Hidroelétrica, suas vantagens e desvantagens.  Exposição de trechos dos vídeos disponíveis no Apêndice C, capítulo II.  Apresentação da Simulação do <i>Phet</i> “Formas de energia e Transformações”	Resolução dos testes conceituais (TC6, TC7, TC8, TC9 e TC10) do apêndice B.  Envio do capítulo III do material de leitura para os alunos, a ser entregue no dia 11/09.
Aula 4 11/09/2017	1, 2 e 3	-	Entrega das tarefas de leitura 3.1 e 3.2 do capítulo II
Aula 4 13/09/2017	1, 2 e 3	Exposição teórica sobre o funcionamento de uma Usina Termoelétrica, suas vantagens e desvantagens.  Exposição de trechos dos vídeos disponíveis no Apêndice C, capítulo III.  Apresentação da Simulação do <i>Phet</i> “Formas de energia e Transformações”	Resolução dos testes conceituais (TC11, TC12, TC13, TC14 e TC15) do apêndice B.
Aula 5	1, 2, 3, 4 e 5	-	Aplicação do pós-teste (3º bimestre)
05/10/2017	6	-	Aplicação do pré-teste (4º bimestre).
10/10/2017	4 e 5	-	Aplicação do pré-teste (4º bimestre).
Aula 6 11/10/2017	1, 2 e 3	-	Aplicação do pré-teste (4º bimestre)  Envio do capítulo IV do material de leitura para os alunos, a ser entregue no dia 16/10.
Aula 6 16/10/2017	1, 2 e 3	-	Entrega das tarefas de leitura 4.1 do capítulo IV.
Aula 6 18/10/2017	1, 2 e 3	Exposição teórica sobre os conteúdos de radioatividade, fissão e fusão nuclear.  Exposição de trechos dos vídeos disponíveis no Apêndice C, capítulo IV.	Resolução dos testes conceituais (TC16, TC17, TC18, TC19 e TC20) do apêndice B.  Envio do capítulo V do material de leitura para os alunos, a ser entregue no dia 23/10.

### 3. A APLICAÇÃO

Aula 7 23/10/2017	1, 2 e 3	-	Entrega da tarefa de leitura 5.1 do capítulo V.
Aula 7 25/10/2017	1, 2 e 3	Exposição teórica sobre o funcionamento de uma Usina Nuclear, suas vantagens e desvantagens.  Exposição de trechos dos vídeos disponíveis no Apêndice C, capítulo V.  Apresentação da Simulação do <i>Phet</i> “Fissão Nuclear”	Resolução dos testes conceituais (TC21, TC22, TC23 e TC24) do apêndice B.  Envio do capítulo VI do material de leitura para os alunos, a ser entregue no dia 06/11.
Aula 8 06/11/2017	1,2 e 3	-	Entrega da tarefa de leitura 6.1 do capítulo VI.
Aula 8 08/11/2017	1, 2 e 3	Exposição teórica sobre o funcionamento de uma Usina Solar, suas vantagens e desvantagens.  Exposição de trechos dos vídeos disponíveis no Apêndice C, capítulo VI.  Apresentação da Simulação do <i>Phet</i> “Efeito Fotoelétrico”	Resolução dos testes conceituais (TC25, TC26, TC27, TC28, TC29 e TC30) do apêndice B.
Aula 9 22/11/2017	1, 2, 3, 4 e 5	-	Aplicação do pós-teste (4º bimestre)

Fonte: Autoria própria

As aulas 1, 5, 6 e 9 foram dedicadas às aplicações do pré-teste e pós-teste. Nas demais, foi realizada a sequência de procedimentos descritos a seguir:

1. Na chamada aula 0 foi apresentado para as três turmas os *flashcards* e o aplicativo *Plickers*. As perguntas feitas foram de conhecimento geral e com o intuito de familiarizar os alunos com os cartões. Além dessa apresentação, foi informado aos alunos o grupo criado para a divulgação das atividades de leitura.

2. Nos 20 minutos iniciais de cada aula, eram apresentados os principais pontos teóricos fundamentais para o entendimento do aluno sobre o conteúdo programado para aquele dia, através de imagens e vídeos que complementavam a atividade de leitura que foi previamente enviada para os alunos. Nesse momento, não foram apresentadas deduções ou exemplos que já estivessem na atividade de leitura (MAZUR, 2015).

3. Nas aulas 3, 4, 7 e 8, após essa explanação, eram expostas as simulações que foram utilizadas para a formulação de alguns dos testes conceituais constantes no apêndice B. Juntamente com os alunos, o professor apresentava a simulação em no máximo 15 minutos. O conteúdo da simulação havia sido previamente selecionado. Devido à ausência de computadores para os alunos, a

## 3. A APLICAÇÃO

simulação era projetada no quadro e a interação dos alunos era feita somente por meio do professor. Vale ressaltar que na aula 2 esse procedimento não foi realizado pelo fato de não envolver o uso de uma simulação.

4. Em seguida, os testes conceituais eram projetados no quadro, cujas respostas, discussões e análises de resultados seguiam o método IpC descrito anteriormente. Na aula 1, cada estudante recebeu um cartão impresso do *Plickers*, sendo que o cartão recebido na primeira aula que o aluno participou foi o mesmo utilizado para todas as aulas subsequentes. As respostas dadas estão armazenadas em um banco virtual do *software* para análises posteriores. Todas essas questões trabalhadas farão parte do produto educacional desta dissertação.

5. Durante as discussões, os alunos eram incentivados a debaterem suas respostas em grupos, que eram previamente organizados a cada início de uma aula.

6. Ao final da aula, era enviado para os grupos a atividade de leitura relativa ao assunto que seria abordado no próximo encontro. Essa atividade deveria ser realizada em casa, e entregue virtualmente ou em uma folha de caderno dois dias antes da realização da aula.

Ao longo de cada aula foram utilizados os seguintes materiais de apoio.

- Quadro branco e canetas;
- Um *smartphone* com o aplicativo *Plickers*;
- Cartões do aplicativo *Plickers*, para escolha das opções corretas, em cada questão conceitual;
- Projetor;
- Caixa de som;
- *Notebook*.
- *Pendrive*

### 3.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO

#### 3.2.1 OS TESTES CONCEITUAIS

Dos 74 testes conceituais aplicados nas três turmas desta escola, 34 (46%) tiveram resultados com números de acertos dentro da faixa de 30% a 70%. Nesta faixa, são formados pequenos grupos de alunos para discutirem as respostas e, após essa discussão, os alunos apresentam a sua nova resposta de forma individual. Dentre os 34 momentos de discussão, 26 resultados tiveram um aumento no número de acertos, apresentando um aumento de 26,5% na média de respostas corretas após o momento de discussão.

A seguir serão apresentados e discutidos alguns testes conceituais aplicados:

### 3. A APLICAÇÃO

- Teste conceitual TC3  
Conteúdo: fontes de energia, termodinâmica.

- Distribuição das respostas antes da discussão:

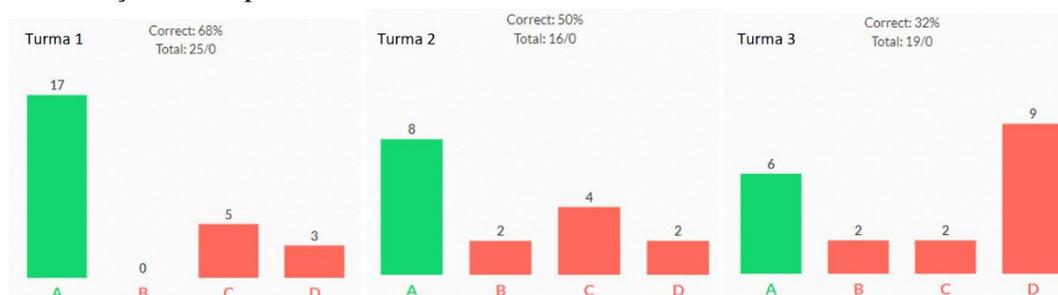


Gráfico 3.1: Respostas dos alunos antes da discussão. Os números acima das colunas representam o número de alunos que indicaram as respostas com a opção correspondente.

- Distribuição das respostas depois da discussão:

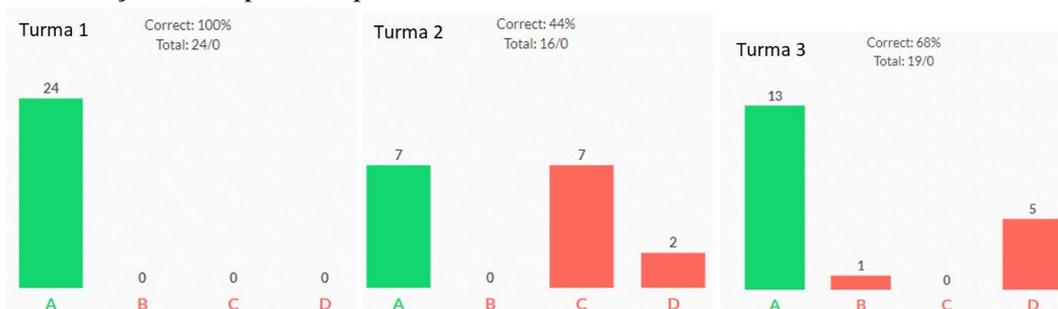


Gráfico 3.2: Respostas dos alunos depois da discussão. Os números acima das colunas representam o número de alunos que indicaram as respostas com a opção correspondente.

Esse teste conceitual é parte de uma preparação para o estudo do impacto do uso das fontes energéticas muito poluidoras, mas também busca apresentar a histórica importância do uso das fontes de energia para o desenvolvimento de nossa sociedade. Antes dele, foi transmitido um vídeo de uma usina elétrica que tem o carvão como fonte de energia e que também mostra todos os danos que são causados pela sua contínua utilização. Ao analisar as respostas, pôde ser percebido que, mesmo após a apresentação do vídeo, os alunos continuavam designando que o principal combustível da primeira revolução industrial era o petróleo. A respeito da poluição causada pela emissão destes gases tóxicos, é sabido entre eles a resposta correta mesmo antes da discussão em grupo, mostrando que os alunos conseguiram identificar as etapas de descarte após a produção da energia elétrica.

Houve uma redução no número de respostas corretas após a discussão na turma 2; tal ocorrência pode se justificar como um desvio no método. Outro fato observado pelo autor foi que os quatro alunos que responderam corretamente estavam concentrados em um mesmo grupo, sendo que após a discussão decidiram modificar a sua resposta. Para reduzir este desvio, será ampliado na tarefa de leitura o ponto do texto que trata da revolução industrial e do funcionamento das máquinas térmicas.

### 3. A APLICAÇÃO

- Teste conceitual TC6  
Conteúdo abordado: funcionamento de uma usina hidrelétrica

- Distribuição das respostas antes da discussão:

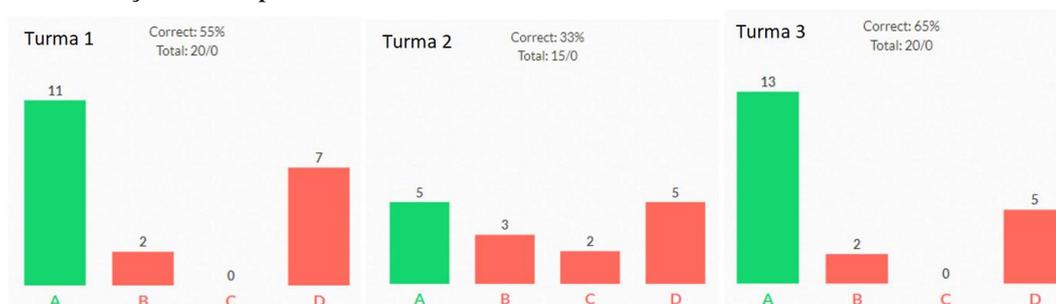


Gráfico 3.3: Respostas dos alunos antes da discussão. Os números acima das colunas representam o número de alunos que indicaram as respostas com a opção correspondente.

- Distribuição das respostas depois da discussão:

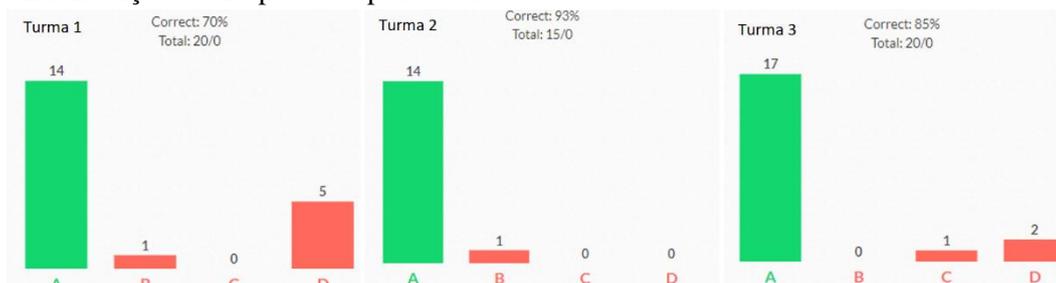


Gráfico 3.4: Respostas dos alunos depois da discussão. Os números acima das colunas representam o número de alunos que indicaram as respostas com a opção correspondente.

Este teste conceitual é um dos que foram criados com base no funcionamento das simulações computacionais que foram selecionadas para este trabalho. Nesse teste, o professor inicialmente apresenta a simulação configurada como uma usina hidrelétrica. A partir disso, o docente consegue habilitar uma caixa chamada “símbolos de energia” que, ao longo do funcionamento da simulação, faz com que apareçam letras “E” com diferentes cores, responsáveis por representar as formas de energia que resultam de cada etapa. O professor, em conjunto com a turma, pode modificar o fluxo de água que passa pela turbina, contribuindo para que o aluno perceba que quanto maior o fluxo que passa por esse ponto, maior o número de energia elétrica que é jogado no sistema, que tem como etapa final dois tipos de lâmpadas (incandescente e fluorescente), ou uma serpentina que está dentro de um bécher com água. Nesta etapa, o aluno já leu sobre o funcionamento das hidrelétricas e, nos testes iniciais, também assistiu a um vídeo sobre funcionamento deste tipo de usina.

A turbina e o gerador são equipamentos presentes em grande parte dos modelos de usinas, sendo assim de extrema importância o entendimento sobre o funcionamento deles. Os resultados obtidos na aplicação deste teste nas três turmas evidenciam a ótima adequação ao método utilizado e o grande aumento de respostas corretas após o momento de discussão.

### 3. A APLICAÇÃO

Além disso, observou-se que somente uma pequena parcela de alunos permaneceram com a resposta errada. Tal fato se justifica pela possível confusão com a água que passa pela turbina, levando o aluno a identificar tal aparato como um captador de água e não como uma casa de força.

- Teste conceitual TC8  
Conteúdo abordado: conversão de energia, economia de energia.

- Distribuição das respostas antes da discussão:

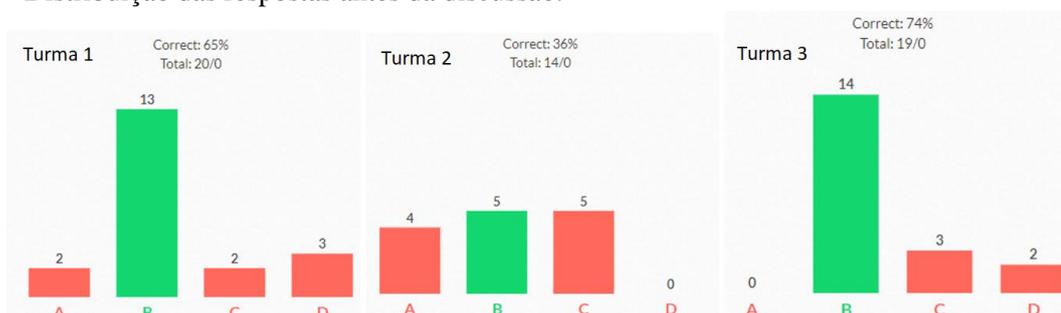


Gráfico 3.5: Respostas dos alunos antes da discussão. Os números acima das colunas representam o número de alunos que indicaram as respostas com a opção correspondente.

- Distribuição das respostas depois da discussão:



Gráfico 4.6: Respostas dos alunos depois da discussão. Os números acima das colunas representam o número de alunos que indicaram as respostas com a opção correspondente.

Este teste conceitual também faz parte dos testes que foram baseados no funcionamento de uma simulação e aborda um tema que está mais presente no cotidiano dos alunos, que é o da economia de energia elétrica. Através das energias “E” (foi explicado anteriormente como se habilita essa ferramenta) emitidas pela lâmpada, o aluno pode observar que, quando selecionada a lâmpada incandescente na simulação, o resultado é que grande parte da energia liberada pela lâmpada é a térmica. Por outro lado, ao selecionar a lâmpada fluorescente, a quantidade de energia térmica se reduz drasticamente e em compensação o brilho da lâmpada aumenta. Além disso, pôde se observar um aumento na emissão de energia luminosa.

Essa simulação é apresentada anteriormente para o aluno, bem como outros fenômenos que podem ser observados nela. O objetivo deste teste é verificar se o aluno consegue identificar as

## 3. A APLICAÇÃO

diferenças entre as duas lâmpadas no entendimento desse fenômeno. Almeja-se também identificar o motivo pelo qual o governo incentivou a mudança nos modelos de lâmpadas que são utilizadas em nossas residências. Sabe-se que atualmente existem as lâmpadas de LED que são ainda mais econômicas, mas que seu preço ainda se apresenta muito superior ao dos outros modelos de lâmpadas. O professor, durante a apresentação da simulação, pode adequá-la falando sobre a maior eficácia das lâmpadas de LED.

Este teste conceitual também apresentou um aumento expressivo na quantidade de respostas corretas após a discussão entre os alunos na turma 2. Devido ao número de acertos da turma 3 ser superior a 70%, o autor resolveu partir direto para a explicação da resposta correta, sem precisar iniciar a fase de discussão.

Esse produto pode ser utilizado e adequado a outros professores segundo as respectivas necessidades e não precisa ser de caráter final. O objetivo desse material é de sempre ser atualizado pelo autor conforme for necessário, a cada ano em que se é aplicado. Dessa forma, haverá um número menor de erros no método de aplicação a cada aplicação.

### 3.2 GANHO NORMALIZADO HAKE

O ganho de *Hake* normalizado é calculado pela razão descrita na equação 1 e corresponde à melhora do escore do aluno em um teste padrão, que leva em consideração os resultados obtidos no pré e pós-teste. O numerador está relacionado com o ganho efetivo obtido pelo aluno nos resultados do pré e pós-teste, enquanto no denominador estará o desempenho máximo que poderá ser alcançado. Os valores estão entre 0 e 1 (0% e 100%), sendo que quanto maiores os valores, mais acentuado foi a melhora do desempenho do aluno.

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

Segundo Hake (1998), podemos definir o ganho normalizado em três classes. As turmas de ganho baixo que apresentam valores de  $g < 0,30$  (menor que 30%); as turmas de ganho médio, que apresentam valores que estão no intervalo  $0,30 < g < 0,70$  (entre 30% e 70%); e as turmas de ganho, alcançando valores maiores que 0,70 (maior que 70%). Valores negativos correspondem a perdas e não a ganhos.

Os resultados calculados foram sintetizados nas Tab. 3.1 e 3.2 para comparação do *ganho de Hake* entre as turmas.

### 3. A APLICAÇÃO

Tabela 3.1 - Dados comparativos do *ganho de Hake* para o 3º bimestre.

Turma (3º Bimestre)	1	2	3	4	5	6
Número de alunos que fizeram o pré-teste	18	15	24	12	16	15
Número de alunos que fizeram o pós-teste	22	16	24	12	17	20
Porcentagem de acertos no pré-teste	39,4	37,3	32,5	27,5	31,9	40,0
Porcentagem de acertos no pós-teste	45,0	43,1	45,8	30,8	28,8	39,5
Porcentagem do ganho absoluto	5,6	5,8	13,3	3,3	-3,1	-0,5
<b>Porcentagem do total das atividades de leitura entregue</b>	<b>34</b>	<b>21</b>	<b>41</b>	-		
<b>Ganho de Hake</b>	<b>0,09</b>	<b>0,09</b>	<b>0,20</b>	<b>0,05</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,01</b>

Tabela 3.2 - Dados comparativos do *ganho de Hake* para o 4º bimestre.

Turma (4º Bimestre)	1	2	3	4	5	6
Número de alunos que fizeram o pré-teste	21	12	19	9	19	9
Número de alunos que fizeram o pós-teste	24	15	22	11	15	16
Porcentagem de acertos no pré-teste	33,8	30,8	31,6	28,9	28,4	38,9
Porcentagem de acertos no pós-teste	37,9	38,7	42,3	33,6	31,3	36,3
Porcentagem do ganho absoluto	4,1	7,9	10,7	4,7	2,9	-2,6
<b>Porcentagem do total das atividades de leitura entregue</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>42</b>	-		
<b>Ganho de Hake</b>	<b>0,06</b>	<b>0,11</b>	<b>0,16</b>	<b>0,07</b>	<b>0,04</b>	<b>-0,04</b>

Para Mazur os resultados das turmas 1, 2 e 3, que foram conduzidas através do IpC, conduziram a valores esperados para turmas tradicionais e abaixo dos previstos para turmas submetidas a processos de aprendizagem ativa. Dessa forma, em relação aos valores adotados, a associação do método IpC a simulações computacionais, não deve ser considerada uma estratégia de aprendizagem ativa eficaz para essas três turmas (MAZUR, 2015).

No entanto, pesquisas realizadas no âmbito nacional, como a de Diniz (2015) e de Araújo *et al.* (2017), mostram que os valores encontrados são diferentes. Se comparada a essas pesquisas, os valores encontrados apresentam grande semelhança. É possível verificar que as turmas 1, 2 e 3, que foram submetidas ao IpC, apresentam valores esperados para turmas tradicionais das literaturas internacionais. Já as turmas 4, 5 e 6, que foram submetidas a métodos tradicionais de ensino, têm seus ganhos próximos de zero ou até mesmo apresentam perdas, demonstrando estatisticamente que o método tradicional não proporcionou ganho de aprendizagem.

### 3. A APLICAÇÃO

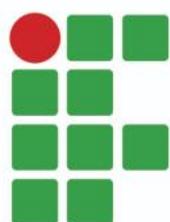
#### REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. V. R. de; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B. de; OLIVEIRA, A. L. de. Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. *Rev. Bras. Ensino Fís.* v.39, n.2, 2017.

DINIZ, A.C. *Implementação do Método Peer Instruction em Aulas de Física no Ensino Médio*. 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Viçosa, 2015.

HAKÉ, R. R. Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousandstudent survey of mechanics test data for introductory physics courses, *American Journal of Physics*, v.66 n.1, p.64–74, 1998.

MAZUR, E. *Peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa* / Eric Mazur; tradução: Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, p.252, 2015.



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rio de Janeiro  
Campus Nilópolis

---