TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

v.24 n.6 2012 ISSN 1807-2763

Física na cozinha

Lairane Rekovvsky

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Instituto de Física UFRGS

Textos de Apoio ao Professor de Física, v.23 n.6, 2012.
Instituto de Física – UFRGS
Programa de Pós – Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Editores: Marco Antonio Moreira
Eliane Angela Veit

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Setor de Processamento Técnico
Biblioteca Professora Ruth de Souza Schneider
Instituto de Física/UFRGS

R381f Rekovvsky, Lairane

Física na cozinha / Lairane Rekovvky – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2012.
63 p.; il. (Textos de apoio ao professor de física / Marco Antonio Moreira, Eliane Angela Veit, ISSN 1807-2763; v. 24 , n. 6)

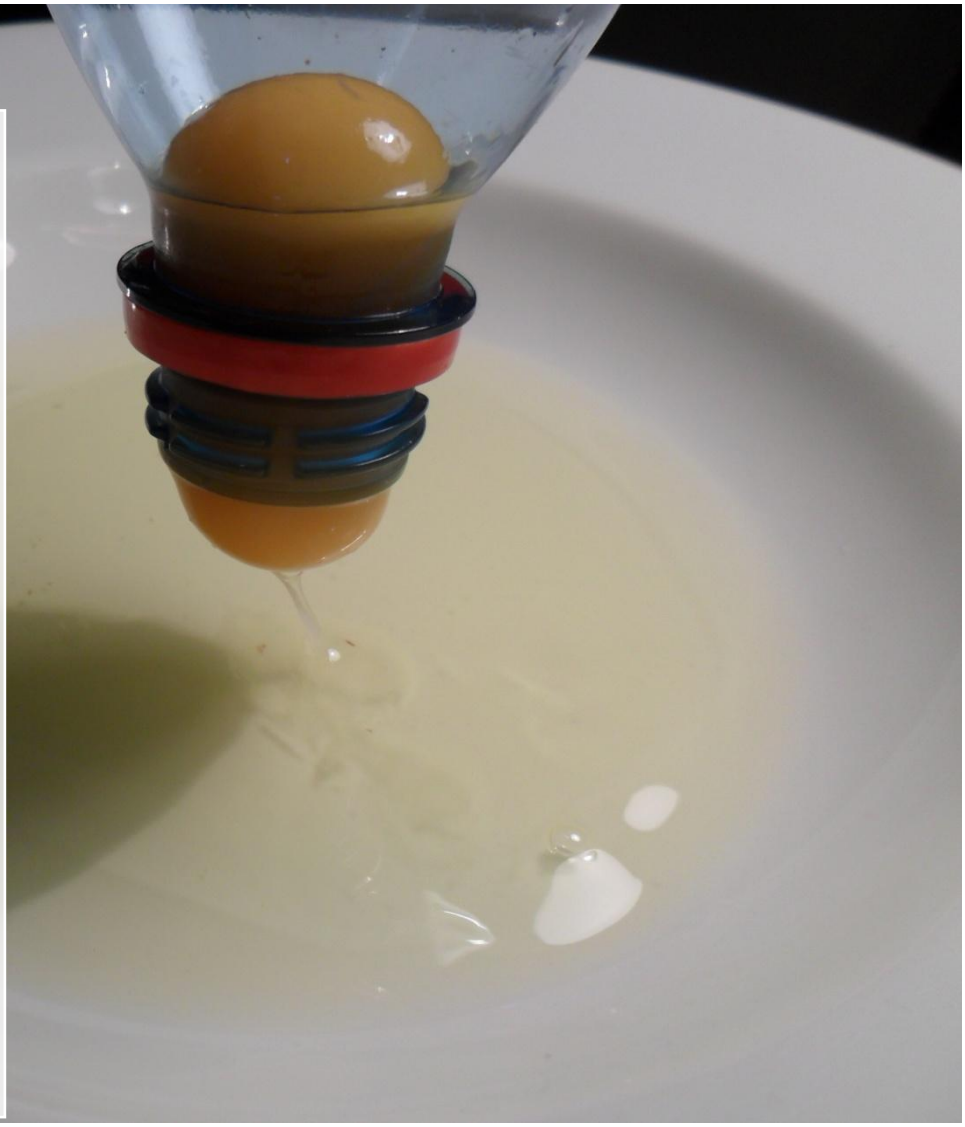
1. Ensino de Física 2. Educação de jovens e adultos 3. Termodinâmica 4. Eletromagnetismo I.Título II. Série.

PACS: 01.40.E

Impressão: Waldomiro da Silva Olivo
Intercalação: João Batista C. da Silva

Física na cozinha

2012



Produto educacional da dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física realizada por Lairane Rekovvsky, sob orientação do Prof. Dr. Marco Antonio Moreira, junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física/UFRGS.

PPGEnFís/UFRGS

Sumário

Introdução 5
Unidade 1 – Dilatação térmica na cozinha.....7
Unidade 2 – Transferência de calor na cozinha.....17
Unidade 3 – Estudando pressão na cozinha 31
Unidade 4 - Experiências com microondas na cozinha.....43
Unidade 5 - A conta de luz: despertando para a economia doméstica 51

Introdução

O ensino de Física em nível técnico integrado ao Ensino Médio na modalidade PROEJA (Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos), cujo oferecimento é obrigatório nos IF's (Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia), não deve ser um currículo de EJA, tampouco um currículo de Educação Profissional. Tal currículo deve ser voltado para pessoas que trabalham ou que querem trabalhar, e que não têm possibilidade de acesso e permanência escolar na idade dita regular por várias razões. No entanto, diante dessa demanda, percebe-se uma restrição de carga horária importante, que também é observada em currículos de EJA oferecidos pela rede pública estadual. Devido ao pouco tempo destinado à Física na grade curricular e à forma como ela é normalmente desvinculada da realidade dos alunos, torna-se um desafio ao professor apresentar uma abordagem mais contextualizada.

Partindo disso, foi elaborada e aplicada uma proposta denominada Física na Cozinha durante o semestre 2012/1 com uma turma de 29 alunos do 3º semestre do Curso Técnico em Administração, em nível de PROEJA, do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense/*campus* Sapucaia do Sul/RS. O objetivo foi proporcionar uma aprendizagem de Física relacionada a conceitos de Termodinâmica e Eletromagnetismo a partir de situações do cotidiano, em especial a partir da exploração de técnicas, receitas e equipamentos culinários e de experiências que podem ser feitas em qualquer cozinha. Desta proposta surgiu o trabalho de dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, sob orientação do Prof. Dr. Marco Antônio Moreira, junto ao Programa de Pós Graduação em Ensino de Física da UFRGS. De algumas experiências de sucesso e do aperfeiçoamento posterior de outras, gerou-se o atual produto educacional, que se trata de um Texto de Apoio ao Professor de Física composto de cinco unidades, contendo experiências que exploram conceitos físicos no ambiente culinário.

A proposta aplicada, bem como este produto educacional tiveram como referencial teórico a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (Moreira, 2002). Esta teoria parte de que o conhecimento humano está organizado/estruturado em campos conceituais que são dominados ao longo do tempo através de experiência, maturidade e aprendizagem. Outra ideia fundamental, de acordo com Moreira (2002), além de que a conceitualização é o núcleo do desenvolvimento cognitivo, é a de que *são as situações que dão sentido aos conceitos.* Como para Vergnaud não se aprende um conceito em uma única situação, são propostas diferentes situações que proporcionam evidenciar, ilustrar um mesmo conceito físico, procurando apresentá-las num grau crescente de complexidade.

A seguir é descrita a estrutura desse produto educacional, que está dividido em cinco unidades didáticas:

Unidade 1 – Dilatação térmica na cozinha
Unidade 2 – Transferência de calor na cozinha
Unidade 3 – Estudando pressão na cozinha
Unidade 4 - Experiências com microondas na cozinha

Unidade 5 - A conta de luz: despertando para a economia doméstica

Cada uma das unidades contém experiências relacionadas ao seu título. Tanto as unidades como as experiências podem ser abordadas de forma independente. As experiências estão divididas em *Título*, *Objetivo*, *Conceitos Físicos* abordados, *Materiais* necessários para experiência, o *Desenvolvimento* propriamente dito e *Notas,* onde são apresentadas observações, curiosidades e a mediação entre o desenvolvimento da experiência e os conceitos físicos envolvidos.

As experiências sugeridas podem ser feitas em uma cozinha doméstica ou no refeitório de uma escola. Elas se justificam pelo fato de muitas escolas públicas não disporem de um laboratório de Física, mas ainda que bastante precário, possuem um refeitório onde são preparadas e realizadas as refeições; também por ser a cozinha um ambiente comum ao cotidiano de todos.

Vale ressaltar que este produto educacional não tem caráter de servir de livro texto, tampouco aborda os conhecimentos prévios necessários para interpretar as experiências, cabendo ao professor dar este suporte e se necessário adaptar cada experiência ao seu contexto, elaborando seu próprio plano de aula. Ainda que não seja oferecido um conteúdo de substância conceitual, são recomendados livros, outros produtos educacionais, artigos, vídeos e simulações.

Unidade 1 – Dilatação térmica na cozinha

Nesta unidade são sugeridas experiências na cozinha envolvendo o conceito de dilatação térmica. Como texto de apoio recomenda-se os textos e simulações do site desenvolvido por Gonçalves (2004)[1] .

Experiência 1: desamassando uma bolinha de tênis de mesa[2]

Objetivos: utilizar a propriedade de dilatação volumétrica do ar para desamassar uma bolinha de tênis de mesa.

Conceitos físicos: dilatação térmica e temperatura.

Materiais

- bolinha de tênis de mesa pouco amassada
- panela com água fervente

Desenvolvimento

Coloque a bolinha de tênis de mesa amassada (Figura 1) dentro de uma panela com água fervente. Verifique que em menos de um minuto a bolinha volta ao formato original (Figura 2).

Figura 1. Bolinha de tênis de mesa amassada.

Figura 2. Bolinha depois de ser colocada em água fervente.

Notas

Quando se coloca a bolinha em contato com a água quente, o ar no seu interior é aquecido, fazendo com que a pressão sobre as paredes internas aumente. A diferença entre a pressão interna e externa empurra as paredes da bolinha para fora, desamassando-a.

[1] Física térmica está disponível em: < http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>. Acesso em: 14 out. 2012.
[2] Um vídeo desta experiência está disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=pWmVdTiE1mc>. Acesso em: 12 out. 2012.

Se o amassado for muito profundo ela volta à forma original com mudança de cor no local do amassado, pela deformação irreversível do plástico. Também se observa na foto que a cor da tinta da caneta desbotou com a água quente.

O tênis de mesa também é conhecido como *ping-pong* ou pingue-pongue, em português.

Experiência 2: balões no freezer[3]

Objetivos: verificar a dilatação volumétrica do ar em balões.

Conceitos físicos: dilatação térmica e temperatura.

Materiais

- balão
- fita métrica
- caneta hidrocor

Desenvolvimento

Encha o balão com ar e risque uma circunferência com caneta hidrocor. Em seguida meça o comprimento da linha e anote. Leve o balão ao congelador da geladeira ou a um *freezer* (Figura 3) e deixe durante um intervalo de tempo de pelo menos uma hora. Retire o balão do freezer e meça novamente o comprimento da linha.

Discuta com os alunos o que aconteceu.

Figura 3. Balão no congelador.4

Notas:

Quanto mais tempo o balão ficar no congelador do refrigerador, maior será a diferença no comprimento da linha. O ideal é que o balão seja colocado no freezer no primeiro período de aula do dia e retirado no último.

[3] Adaptado do texto de Schroeder, C. disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v16n1_Schroeder.pdf>. Acesso em: 13 out. 2012.

[4] Imagem disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v16n1_Schroeder.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2012.

Pode-se questionar o que aconteceria com a circunferência do balão se ele voltasse à temperatura inicial (se possível, aguardem até que isso aconteça).

Experiência 3: lâminas bimetálicas no forno doméstico

Objetivos: compreender que lâminas bimetálicas estão presentes em eletrodomésticos como o forno elétrico.

Conceitos físicos: dilatação térmica e temperatura.

Material

Papel metálico retirado do interior de carteiras de cigarros.
Fósforos

Desenvolvimento

Explique com uma simulação ou exemplos o que são lâminas bimetálicas e comente sua aplicação no controle de temperatura de ferros de passar, fornos elétricos, etc.
No interior de carteiras de cigarros é comum se encontrar uma folha com um lado de papel branco e o outro metálico, colados entre si. É possível verificar o comportamento de uma lâmina bimetálica cortando uma tira deste papel e aproximando-a de uma chama, mantendo-a a certa distância para evitar que o papel queime, conforme a Figura 4.

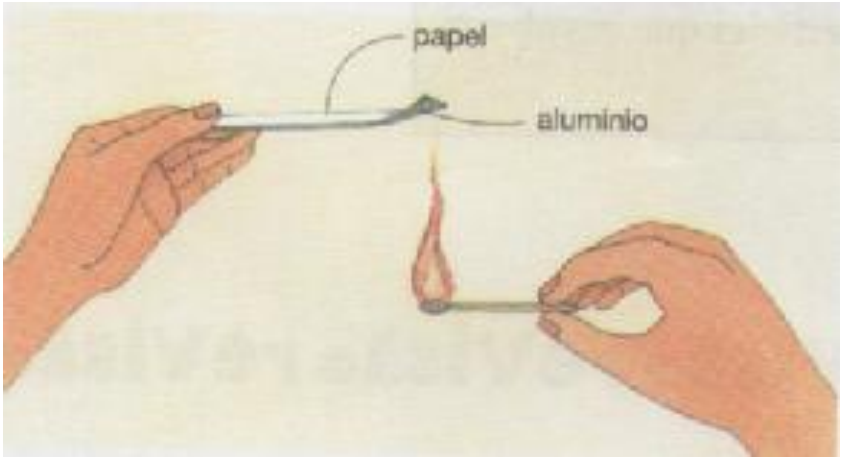


Figura 4. Lâmina bimetálica feita com papel da carteira de cigarros.5

Observa-se que a lâmina se enrola para cima quando a parte metálica está voltada para a chama e se enrola para baixo quando a face de papel está próxima da chama. Isso ocorre porque o metal se dilata mais do que o papel.

Notas

O controle de temperatura do ferro de passar roupas ou do forno elétrico é feito por um termostato constituído por uma lâmina bimetálica que se dilata e se curva, formando um arco, quando aquecida,

[5] Fonte da imagem: Luz (2005), p. 66.

interrompendo o circuito elétrico. Quando resfriada, a lâmina permanece plana e torna a fazer o contato no circuito elétrico, conforme Figura 5.

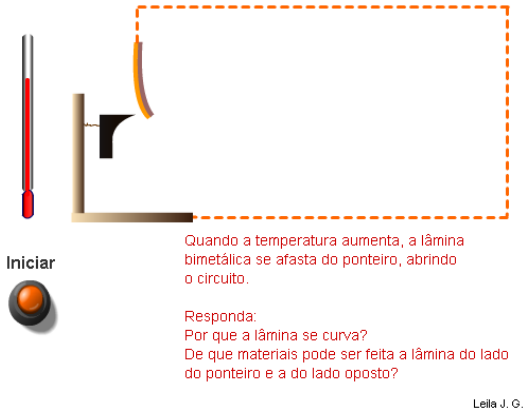


Figura 5. Simulação de lâmina bimetálica6

Para a experiência com o papel metálico da carteira de cigarros, leve as tiras cortadas e não solicite nem estimule que alunos entrem em contado com cigarros.

Experiência 4: abrindo um vidro de conserva

Objetivos: verificar que diferentes materiais se dilatam de maneira diferente.

Conceitos físicos: dilatação térmica e temperatura.

Materiais

- recipiente com água quente
- vidro de conserva

Desenvolvimento

O professor apresenta um recipiente de vidro com compota ou conserva[7] fechado com tampa metálica e desafia os alunos a usar a propriedade de dilatação térmica para abrí-lo.

Notas

Ao se colocar o vidro invertido com a tampa metálica mergulhada na água, torna-se fácil abrir o recipiente depois de alguns instantes (Figura 6).

[6] Simulação disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>. Acesso em: 24 jul. 2012.

[7] O termo *compota* será utilizado para doces e *conserva* para salgados.

Figura 6. Vidro de conserva abre facilmente depois de se mergulhar a tampa em água quente.

O metal dilata-se mais do que o vidro deixando uma folga entre eles, isso de deve ao metal possuir coeficiente de dilatação térmica maior do que vidro e, portanto, dilatar-se mais para uma mesma variação de temperatura.

Mesmo sem aquecer a tampa, é mais fácil abrir um vidro à temperatura ambiente do que gelado. Da mesma forma como o metal dilata-se mais quando a temperatura aumenta, contrai-se mais quando ela diminui, prendendo-se firmemente ao vidro.

Na charge da Figura 7 é feita uma experiência semelhante à proposta aqui. Pois, se aquecendo a tampa metálica da garrafa, apenas ela se dilata (o gargalo é pouco aquecido), soltando-a facilmente.

Figura 7. Aquecendo-se a tampa metálica de uma garrafa fica mais fácil abri-la.8

Experiência 5: fazendo conservas ou compotas[9]

Objetivos: discutir conceitos de termodinâmica na elaboração de compotas ou conservas caseiras.

Conceitos físicos: dilatação térmica, temperatura e pressão.

Materiais

[8] Fonte da imagem: Luz (2005), pág. 55.
[9] O termo *compota* será utilizado para doces e *conserva* para salgados.

- frutas da época
- açúcar
- água
- legumes
- sal
- vinagre
- temperos

Desenvolvimento

Nesta experiência se propõe executar uma receita[10] de um *site* ou livro discutindo os cuidados necessários durante o preparo, como a necessidade de ferver vidros totalmente cobertos de água, de envasar ainda quente, ferver após o envase e resfriar o recipiente na posição invertida.

Notas

Como exemplo, é sugerida a apresentação de um vídeo[11] intitulado *Envase de compotas* e a discussão de alguns trechos.

De 2:50 → 3:30: é sugerido que os vidros vazios sejam fervidos totalmente cobertos de água. Isto é feito para evitar que rachem por diferença de dilatação entre a parte submersa e a fora d'água. Também que seja colocado um pano em volta dos vidros, isso evita que eles se choquem. Ainda, é solicitado que a tampa metálica deva ser apenas mergulhada na água. Diferente dos vidros, que fervem por bastante tempo, o revestimento de borracha da tampa resseca se mantido por muito tempo na água quente e pode prejudicar o vedante da tampa.

De 4:43→ 5:22: Se solicita que não se envase o vidro até a borda, deixando um espaço para formação de vácuo (vazio). Quando se fecha o vidro ainda quente, o resfriamento produz uma diminuição do volume do conteúdo do recipiente interno.

De acordo com o Teorema de Pascal, essa diminuição de pressão se transmite pela água e pela bolha de ar. Como o ar é mais compressível que a água, a diminuição de pressão acaba por refletir na bolha de ar. O resultado final é que a pressão interna do conjunto é ligeiramente menor do que a pressão atmosférica. Às vezes é possível ver a tampa levemente afundada, como na Figura 8. Na hora de abrir, é comum se introduzir uma faca, por exemplo, entre a tampa e o vidro, abrindo passagem para o ar e equilibrando a pressão interna e externa, no entanto isso pode estragar a vedação definitivamente.

[10] Sugere-se oblogue Mistura fina. Disponível em: <http://conservas-misturafina.blogspot.com.br/2011/05/higiene-e-pasteurizacao-no.html>. Acesso em 15 out. 2012

[11] Envase de compotas – Coleção União. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=RrJJ7n8ygpl&feature=related>. Acesso em: 10 jun. 2012.

Figura 8. Aviso em recipiente de conserva de palmito: "Compre somente se o botão estiver abaixado".

De 5:31→6:36: Para realizar o processo que o vídeo chama de pasteurização, os vidros são cobertos de água fervente pela metade, pois agora cheios não há mais risco de racharem. Embora o termo pasteurização seja utilizado em culinária como “ferver para eliminar bactérias”, o termo correto é esterilização por banho-maria, pois a pasteurização prevê um choque térmico. O que se fez neste caso foi esterilizar o ar que ficou no vidro quando foi despejada a conserva. Em seguida os vidros são colocados invertidos sobre uma mesa, com a tampa para baixo, impedindo que o ar entre.

Experiência 6: cortando vidro

Objetivos: utilizar a dilatação térmica do vidro para cortá-lo.

Conceitos físicos: dilatação térmica e temperatura.

Materiais

- garrafa de vidro sem rótulo
- luvas de borracha
- óculos de proteção
- barbante
- álcool etílico 96ºGL (ou querosene)
- balde com água fria

Desenvolvimento

Importante: Para fazer esta experiência use luvas de borracha e óculos de proteção.

Encha um balde de água pela metade. Mergulhe o barbante no álcool 96ºGL ou querosene (evapora mais lentamente), conforme Figura 9. Preencha a garrafa com água até a altura em que será amarrado o barbante. Enrole o barbante na garrafa na linha da água e amarre com um nó tipo volta do fiel, como nas figuras 10 e 11. O nó duplo cria um caroço que faz com que a chama seja mais alta

naquele ponto, consequentemente, o vidro rompe-se numa altura maior, deixando o corte sem uniformidade.

Figura 9. Barbante no álcool.

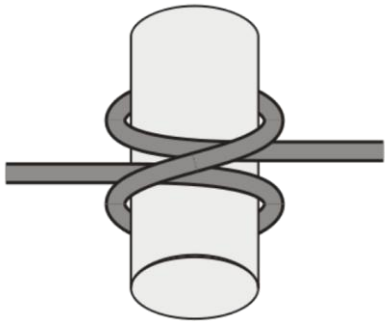


Figura 10. Nó volta do fiel[12].

Neste momento, afaste o álcool ou querosene do ambiente e certifique-se de que suas mãos não estão molhadas com o combustível. Coloque fogo no barbante que está amarrado na garrafa, assim que apagar mergulhe a garrafa no balde com água. Tente torcer a garrafa, você ouvirá um estalo de quebra. A garrafa será cortada como na figura 12.

Para dar um acabamento melhor lixe ou leve a garrafa numa vidraçaria para ser lixada. Cuidado para não se cortar.

Figura 11. Barbante amarrado na garrafa.

Figura 12. Garrafa cortada.

Notas

O vidro é um material que leva um tempo desconhecido para se decompor. Por isso, melhor que jogá-lo na lixeira comum é separar uma boa quantidade e destinar a locais de coleta seletiva. Além disso, você pode reaproveitar as garrafas na decoração de sua casa, como na Figura 13.

[12] Imagem disponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Volta_Fiel>. Acesso em: 11 ago. 2012.

Figura 13. Luminárias feitas com garrafas cortadas13

No *site* de onde foram extraídas as imagens acima há sugestão de um vídeo[14] que ensina a cortar garrafas vertendo-se um fio de água quente com uma chaleira e em seguida aplicando um choque térmico com água fria. Não obteve-se sucesso com esta técnica, porém, a partir deste vídeo se teve acesso a vários outros[15] que permitiram aperfeiçoar a técnica até se chegar a apresentada acima.

É possível observar pela Figura 12 que a ruptura da garrafa ocorre acima da altura onde é amarrado o barbante, pois a chama sobe por convecção. O corte também não é uniforme pela convecção ser irregular, sendo necessário lixar a garrafa para se obter o acabamento como mostrado na Figura 13.

Foram feitas duas tentativas de se aquecer a garrafa na posição horizontal. A primeira tentativa foi feita com barbante e a segunda com uma trilha de álcool gel em vez do barbante. Em ambos os casos o vidro não atingiu a temperatura suficiente para rachar quando mergulhado na água.

No vídeo[16] do *blog Coisas feitas com coisas* é mostrado um cortador de vidro feito com resistência elétrica. Embora o método seja pouco seguro para fazer com alunos, por risco de choque elétrico, é bastante eficiente e produziu um corte uniforme. A resistência usada é do tipo utilizado em aviários, normalmente vendida enrolada em um cone de porcelana.
É apropriado comentar a diferença da resistência a variações de temperatura entre o vidro comum e o vidro refratário, conhecido popularmente por Pirex, Figura 14.

[13] Imagens disponíveis em: <: http://vinhosweb.com.br/dica.php?Id=94>. Acesso em: 23 out. 2012.

[14] Vídeo *Cutting a Wine Bottle with Hot Water* . Disponível em: < http://www.youtube.com/watch?v=PMTYjn_Knt8&feature=player_embedded>. Acesso em: 12 out. 2012.

[15] Video *How to cut a bottle using household items!* Disponível em: http://www.youtube.com/watch?feature=fvwp&v=yHWYjMlYH50&NR=1. Aceso em: 15 out. 2012.
[16] Disponível: < em: http://coisasfeitascomcoisas.blogspot.com.br/>. Aceso em out. 2012.

Figura 14. Refratário de vidro pirex.17

Um prato ou copo de vidro grosso comum estala e pode se quebrar quando colocamos água muito quente, pois as paredes internas se dilatam antes das externas. Este efeito não é visto tão facilmente nos pratos de vidro mais finos, porém pode acorrer se enchermos, mesmo que fino, um copo pela metade, pois haverá uma maior dilatação na parte que contém água quente. O mesmo não ocorre com pratos e copos feitos com vidros especiais como o P*irex* que possuem coeficiente de dilatação[18] menor do que o vidro comum, resistindo a grandes variações de temperatura sem ruptura.

Também se pode comparar o comportamento do vidro com o de um recipiente metálico, por exemplo, que sofresse o mesmo choque térmico. O metal, ao contrário do vidro, é maleável, mesmo à temperatura muito abaixo do ponto de fusão.

[17] Imagem disponível em: < http://www.cheftvshop.com.br/home-16-produtos/travessa-refrataria-em-vidro-18-x-33-5cm-pyrex.html>. Acesso em: 10 nov. 2012.

[18] Coeficiente de dilatação linear à 20ºC: vidro comum= $9x10^{-6}\ ^{o}C^{-1}$; vidro pirex =$1,2x10^{-6}\ ^{o}C^{-1}$. Gaspar (2003)

Referências

CHEF TV Shopping. **Travessa refratária em vidro 18 x 33,5cm – Pyrex.** Disponível em: < http://www.cheftvshop.com.br/home-16-produtos/travessa-refrataria-em-vidro-18-x-33-5cm-pyrex.html>. Acesso em: 10 nov. 2012. (Imagem)

COISAS feitas com coisas. Disponível: em:< http://coisasfeitascomcoisas.blogspot.com.br/>. Acesso em: 10 out. 2012. (Blog)

CUTTING a Wine Bottle with Hot Water. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=PMTYjn_Knt8&feature=player_embedded>. Acesso em: 01 out. 2012. (Vídeo)

ENVASE de compotas. (Coleção União). Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=RrJJ7n8ygpI&feature=related>. Acesso em: 27 jun. 2012. (Vídeo)

GASPAR, A. **Física:** volume único. São Paulo: Ática, 2003.

GONÇALVES, L. J. **Física térmica**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>. Acesso em: 02 out. 2012.

FIXING a dented ping pong Ball. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=pWmVdTiE1mc>. Acesso em: 01 out. 2012. (Vídeo)

HOW to cut a bottle using household items! Disponível em: http://www.youtube.com/watch?v=yHWYjMlYH50>. Acesso em: 10 out. 2012. (Vídeo)

LUZ, A. M.R. da; Álvares, B.A. ALVARENGA, B. **Física.** São Paulo: Scipione, 2005, v.2.

MISTURA fina. Disponível em: <http://conservas-misturafina.blogspot.com.br/2011/05/higiene-e-pasteurizacao-no.html>. Acesso em: 10 out. 2012. (Blog)

MOREIRA, M. A. Teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7-29, jan./abr. 2002.

Disponível em: < http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n1/v7_n1_a1.html>. Acesso em: 02 out. 2012.

SCHROEDER, C. **Atividades experimentais de física para crianças de 07 a 10 anos.** Porto Alegre: Instituto de Física, Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física - UFRGS, 2005. (Textos de apoio ao professor de física, v. 16). Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v16n1_Schroeder.pdf>. Acesso em: 10 out. 2012.

VOLTA do Fiel. *Wikipedia, a enciclopédia livre. Di*sponível em: < http://pt.wikipedia.org/wiki/Volta_Fiel>. Acesso em: 11 ago. 2012. (Imagem)

Unidade 2 – Transferência de calor na cozinha

Esta atividade propõe experiências, que podem ser feitas independentemente, sobre formas de transferência de energia na forma de calor na cozinha. Para auxiliar o docente são recomendados os seguintes Textos de Apoio ao Professor de Física: de Marques (2009) [19]; Michelena (2008)[20], das páginas 39 a 50; Gonçalves (2004)[21] e do *site* Gonçalves (2004)[22]; e GREF (1998)[23], das páginas 29 à 40, O vídeo[24] do Telecurso 2000 de Ciências do Ensino Fundamental "Química na cozinha", embora antigo, aborda de forma contextualizada os conceitos de bons e maus condutores de calor e formas de transferência de energia na forma de calor (condução, convecção e irradiação) na cozinha. Nas experiências sugeridas abaixo, a de número 1 é sobre condução; a de número 2 sobre convecção; as de número 3 e 4 sobre radiação e a de número 5 envolve os três processos.

Experiência 1: condução de calor na cozinha

Objetivos: compreender a transferência de energia na forma de calor por condução; diferenciar condutores e isolantes e demonstrar que os metais são bons condutores de calor.

Conceitos físicos: condução de calor, condutores e isolantes e temperatura.

Materiais

- Barra metálica (pode ser um arame ou um espeto de churrasco)
- vela
- fósforo
- percevejos metálicos

Desenvolvimento

Pingue cera de vela (parafina) na barra metálica (pode ser um arame ou espeto de churrasco, como utilizado) e enquanto a cera estiver líquida, grude um percevejo em cada gota, conforme figura 15. Depois que a cera esfriar, acenda a vela e, segurando a barra pela extremidade ou fixando-a, por

[19] Disponível em:< http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf>. Acesso em: 10 out. 2012.

[20] Disponível em:< http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v19n5_Michelena_Mors.pdf>. Acesso em: 11 out. 2012.

[21] Disponível em:< http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/5.zip>. Acesso em: 10 nov. 2012.
[22] Disponível em:< http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>. Acesso em: 10 nov. 2012.
[23] Disponível em:< http://www.if.usp.br/gref/termo/termo2.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2012.

[24] Disponível em:< http://www.youtube.com/watch?v=9BRYAEmwNeI&playnext=1&list=PLCF4C0F11DE632B01&feature=results_video.>. Acesso em:14 out. 2012.

exemplo, sob um livro, aqueça a outra extremidade. Verifica-se que os percevejos caem em ordem, à medida que a barra se aquece, Figura 16.

Figura 15. Espeto com percevejos presos com parafina.

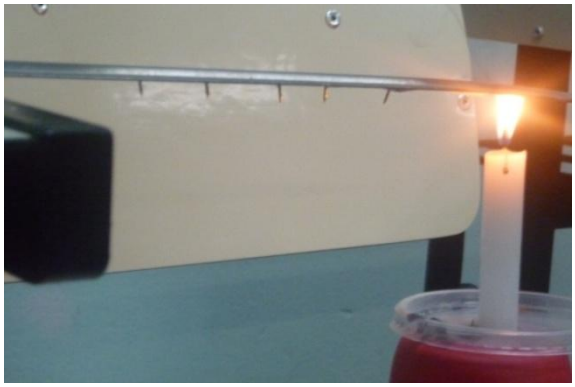


Figura 16. Chama da vela derretendo parafina.

Notas

Esta experiência também pode ser realizada através de uma simulação computacional, Figura 17.

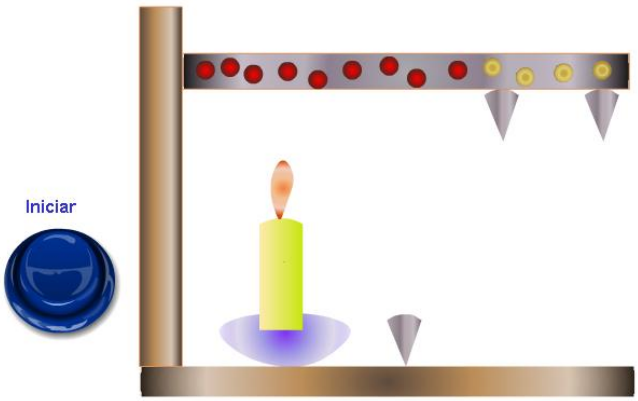


Figura 17. Simulação do experimento com percevejos.25

A partir desta experiência é sugerido levar os alunos até uma cozinha ou refeitório para que identifiquem materiais isolantes e condutores.

As panelas e chaleiras usadas em uma cozinha devem ser feitas de metal para que aqueçam rapidamente. Mas seus cabos geralmente são feitos de madeira ou de plástico (assim como o cabo do espeto utilizado na experiência), maus condutores de calor, conforme Figura 18, a fim de dificultar o aquecimento da mão de quem segura o utensílio.

[25] Disponível em: < http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/conducao1.htm>. Acesso em: out. 2012.

Figura 18. Panelas e chaleiras devem ter cabo isolante para seu manuseio.

Também é interessante ressaltar a eficiência de panelas de aço inox com fundo triplo, Figura 18. Elas são feitas com duas camadas de aço inox, envolvendo uma camada de alumínio que por se melhor condutor que o aço inox distribui o calor da chama de maneira mais uniforme, facilitando o cozimento dos alimentos. Se o alumínio for substituído por cobre, o aquecimento ainda é mais homogêneo e rápido em toda sua superfície interna.

Figura 19. Panela de aço inox com fundo triplo. 26

Para evitar aquecimento da mesa por condução usamos esteiras de algum material isolante, geralmente madeira, entre a mesa e a panela. E para evitar que o alimento resfrie rapidamente se substitui o recipiente de metal por cerâmico para levá-lo à mesa.

As paredes das geladeiras, assim como do forno, são forradas com lã de vidro para evitar trocas de calor.

Sempre que se quer um bom isolamento térmico para a condução de calor, procuram-se materiais que tenham a propriedade de manter uma camada de ar estacionária no seu interior, impedindo desta forma também a transmissão do calor por convecção. A lã, Figura 20, é um excelente isolante térmico

[26] Disponível em:< http://www.tramontina.com.br/pergunta-frequente/9-como-funciona-o-fundo-triplo-das-panelas-de-aco-inox-tramont>. Acesso em: 12 out. 2012.

por armazenar ar entre as suas fibras. Isso também justifica o motivo pelo qual a lã de vidro é melhor isolante que o vidro que lhe deu origem. Também, para obter esse efeito, é que pássaros eriçam suas penas em dias frios de modo a manter entre elas camadas de ar.

Figura 20. - Tecido de lã ampliado 20 vezes.27

Uma geladeira com má vedação na porta pode permitir a entrada de ar. Para isso sugere-se um teste para verificar a sua vedação. Consiste em colocar uma folha de papel entre a porta e a borracha da geladeira e fechá-la. Espera-se que a folha não deslize, Figura 21.

Figura 21. Teste de vedação da porta da geladeira.

Experiência 2: convecção na cozinha

Objetivos: compreender a transferência de energia na forma de calor por convecção.

Conceitos físicos: convecção e temperatura.

Materiais

[27] Imagem extraída de: < www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf >. Acesso em: 12 out. 2012

- panela ou leiteira de vidro
- serragem

Desenvolvimento

Quando se aquece água em uma vasilha, há formação de bolhas de ar que sobem, enquanto outras descem. Se você colocar serragem na água, esse fenômeno fica mais evidente. Ao aquecer a água, a serragem ajuda a evidenciar as correntes de convecção, Figura 22.

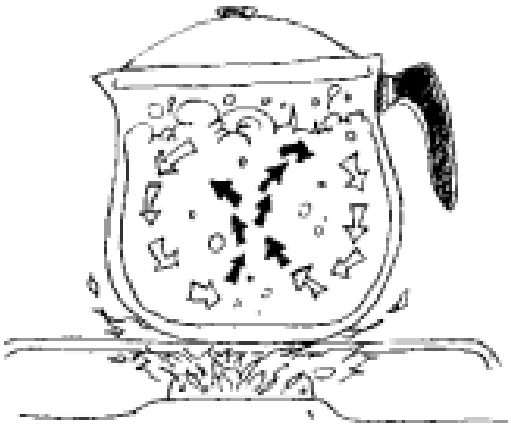


Figura 22. Correntes de convecção em uma jarra.28

A camada inferior de água é aquecida por condução, pelo alumínio ou vidro da panela. A água aquecida se dilata e sobe, sendo que a água da camada superior (mais fria), desce, ocupando o lugar da que subiu. Por diferença de densidade, a água aquecida sobe e a água fria desce.

Notas

Um simulação deste experimento está disponível no *site* de Gonçalves (2004), Figura 23.

Figura 23. Simulação de correntes de convecção.29

Em um refrigerador ocorre a formação de correntes de convecção, figura 24. O congelador recebe energia por condução das camadas de ar em contato com o ele. O ar dessa região resfria e torna-se mais denso, deslocando-se para a parte de baixo do refrigerador. Enquanto que as camadas de ar

[28] Imagem da extraída pág. 31 de: < http://www.if.usp.br/gref/termo/termo2.pdf>. Acesso em: 13 out. 2012.
[29] Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/conveccao.htm. Acesso em: 15 out. 2012.

que estão na parte de baixo, pelo fato de o ar quente ser menos denso, deslocam-se para cima. É um movimento exatamente contrário ao descrito na vasilha com água quando aquecida. Essa circulação de ar, chamada convecção, faz com que a temperatura seja aproximadamente a mesma em todos os pontos do refrigerador, com exceção da parte interna do congelador. É por isso que os refrigeradores possuem o congelador na parte superior. Os refrigeradores chamados *duplex* que possuem o congelador separado, tanto na parte superior como inferior, nas geladeiras mais modernas, possuem duas unidades de refrigeração; uma para o congelador e outra para a geladeira.

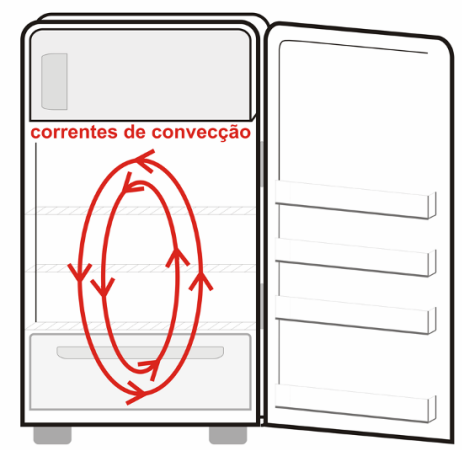


Figura 24. Congelador na parte superior proporciona correntes de convecção.30

É necessário que as prateleiras da geladeira sejam vazadas para facilitar a convecção do ar. Refrigeradores que possuem prateleiras inteiras, de acrílico ou vidro, possuem ventilador que provoca uma convecção forçada tornando a temperatura uniforme. Este ventilador, naturalmente, aumenta o consumo de energia do equipamento.

A temperatura mais elevada dos armários superiores da cozinha é também uma consequência da convecção do ar. O ar quente sobe, e permanece em contato com eles.

Não há problema em aproveitar a energia liberada na parte traseira da geladeira para, por exemplo, secar roupas. O problema está em esquecer uma peça grande, como uma toalha de banho, que irá bloquear a saída de ar quente.

Em outra experiência o ar aquecido ao redor de uma lâmpada incandescente sobe e faz girar um helicóide de papel, Figura 25.

[30] Imagens extraída de: < www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf >. Acesso em:12 out. 2012

Figura 25. Correntes de convecção do ar giram helicóide.

Um ventilador de teto, fixado acima de uma lâmpada incandescente, apesar de desligado, por receber correntes de convecção, gira lentamente algum tempo após a lâmpada estar acesa.
Percebe-se que roupas agitam-se suavemente, pela convecção, quando são estendidas em varal sobre fogão à lenha.

Experiência 3: radiação na cozinha[31]

Objetivos: compreender a transferência de energia na forma de calor por radiação.

Conceitos físicos: radiação, ondas eletromagnéticas e temperatura.

Recursos

- dois termômetros
- duas garrafas pet de refrigerante 500ml vazias
- papel alumínio
- tinta preta
- uma lâmpada de 100W

Desenvolvimento

Embrulhe uma das garrafas com papel alumínio e pinte a outra garrafa de preto. Encha as garrafas com água até uma altura de aproximadamente dois dedos, meça a temperatura da água nos dois casos e tampe as garrafas. Coloque as garrafas sob a lâmpada acesa e aguarde aproximadamente 10 minutos, Figura 26. Meça novamente a temperatura da água nas duas garrafas.

[31] Adaptado de: < http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v19n5_Michelena_Mors.pdf> . Acesso em: 12 out. 2012.

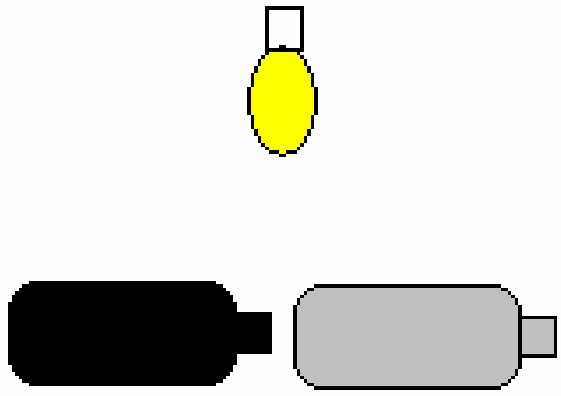


Figura 26.Garrafas com água, uma enrolada com papel alumínio e a outra pintada de preto, sendo aquecidas pela lâmpada32

Notas

Os corpos de cor escura absorvem boa parte da radiação visível e infravermelha incidente sobre eles. Já corpos de cores claras refletem grande parte da radiação visível e infravermelha que incide sobre eles. Esse é o motivo de se recomendar a utilização de roupas claras em dias quentes.

As ondas eletromagnéticas que são mais facilmente absorvidas são as ondas da região do infravermelho. A partir da experiência de aquecimento de garrafas de cores diferentes é possível observar o fenômeno da transferência de calor por irradiação. Constata-se que ao final dos 10 minutos a garrafa preta apresenta temperatura superior à da garrafa embrulhada em papel alumínio.

Enquanto a condução e a convecção somente ocorrem em meios materiais, a irradiação acontece tanto em alguns meios materiais como no vácuo (ausência de matéria). E a energia transmitida pelas ondas eletromagnéticas, ao serem absorvidas por um corpo, aumenta sua energia interna, aquecendo-o. A energia radiante não aquece o meio em que se propaga, só aquece quando é absorvida por ele.

Qualquer corpo cuja temperatura é superior à do zero absoluto emite energia radiante. Em maior ou menor grau, todos os corpos emitem energia radiante proporcional à temperatura; quanto maior a temperatura, mais ele irradia. No entanto, um corpo só emite radiação visível em quantidade suficiente para impressionar o olho humano quando a sua temperatura está acima de 500ºC.

Durante esta experiência o professor pode mostrar o espectro eletromagnético e explicar que a radiação infravermelha se comporta como a luz visível, não precisando de um meio para se propagar e que a energia emitida pelo Sol chega até nós através de ondas eletromagnéticas.

Experiência 4 – Aquecendo alimentos embrulhados em papel alumínio

Objetivo: compreender a transferência de energia na forma de calor por radiação.

[32] Imagem de: < http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v19n5_Michelena_Mors.pdf> . Acesso em:12 out. 2012.

Conceitos físicos: radiação, ondas eletromagnéticas, reflexão e temperatura.

Recursos

- dois copos com 100ml de água cada
- duas folhas de mesmo tamanho de papel alumínio (tamanho suficiente para embrulhar cada copo)
- 2 termômetros
- forno elétrico

Desenvolvimento

Embrulhe cada um dos copos com um pedaço de papel alumínio. Um copo deve ser embrulhado com a parte brilhante voltada para fora, o outro com a parte fosca para fora. Aqueça o forno elétrico a 200ºC por 10 minutos e desligue-o. Imediatamente introduza os dois recipientes por 5 minutos no forno e retire-os. Com os termômetros meça a temperatura da água em cada recipiente.

Notas

Ao final, a água do copo com cobertura fosca estabilizou à temperatura em 36.9ºC e a água com cobertura brilhante estabilizou em 35ºC, conforme Figuras 27 e 28.

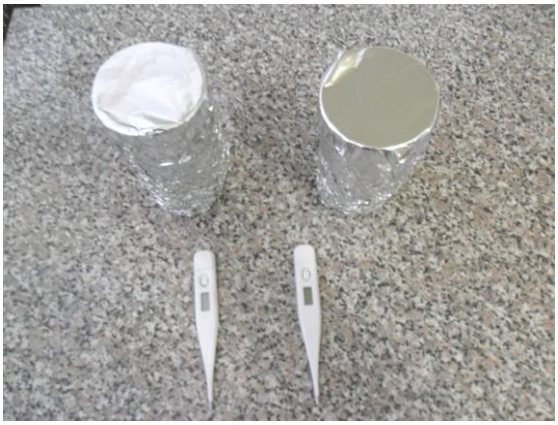
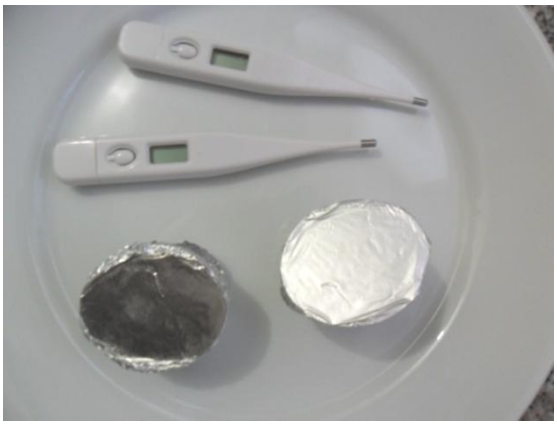


Figura 27. Copos envoltos em papel alumínio.

Figura 28. Temperaturas medidas para a água.

A experiência foi repetida com batatas, em vez de copos com água. Para isso se cortou uma batata pequena ao meio e se embrulhou cada metade com o mesmo tamanho de papel alumínio, porém uma com a face do papel brilhante voltada para fora e a outra, com a face fosca voltada para fora, Figura 29. Colocou-se as batatas sobre um prato e se levou ao forno desligado, com temperatura inicial de 200°C por 5 mim. Depois de retiradas do forno, se introduziu um termômetro no centro de cada batata à mesma profundidade. A temperatura para a batata envolta com o papel alumínio com a face fosca voltada para fora foi de 37.2ºC e a face brilhante de 36.1ºC, Figura 30.



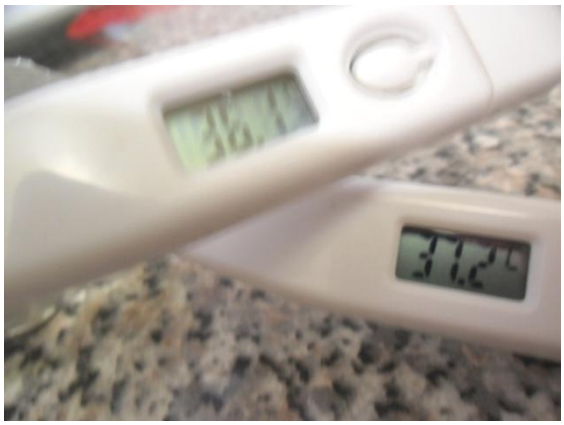


Figura 29. Batatas embrulhadas em papel alumínio. Figura 30. Temperatura de cada batata

Observe a escala do termômetro utilizado. A quantidade de água e o tempo sugerido são para um termômetro digital de uso hospitalar com escala entre 32ºC e 42ºC. Independente da escala do termômetro não deixe tempo suficiente para a água entrar em equilíbrio térmico com o forno, ou que seja atingida sua temperatura de ebulição.

De acordo com Wolke (2003, p. 92), e com HowStuffWorks[33] (2012) não faz diferença que lado do papel alumínio se usa, seja qual for a finalidade. Segundo os autores, o fato de o papel alumínio ter uma face fosca e a outra brilhante é puramente em função de seu processo de fabricação. Eles explicam que nos estágios finais de produção duas folhas são enroladas juntas, como um sanduíche, para economizar tempo. A face que tiver contato com o rolo polido sai brilhante, a outra fosca. Já outros autores dizem que é melhor deixar o lado brilhante para dentro, simplesmente porque gruda menos no alimento. Isto está em desacordo com as duas experiências feitas.

A conclusão que se chega, diferente do autor de *O que Einstein disse a seu cozinheiro,* Wolke (2003), é que a velocidade de aquecimento muda dependendo da face escolhida. Não é difícil perceber que a luz reflete melhor incidindo sobre uma superfície brilhante. Assim, se o uso culinário do papel alumínio for para assar, o lado brilhante deve ficar virado para dentro para agilizar o processo. Mas se o papel alumínio for usado para conservar algo fresco como uma fruta ou sorvete, a face brilhante deverá ficar virada para o lado de fora para refletir as ondas.

A experiência também pode ser feita embrulhando-se dois alimentos quentes a mesma temperatura. Depois de um tempo espera-se que aquele que foi embrulhado com a parte brilhante para fora estará mais próximo da temperatura ambiente. Já embrulhando dois objetos frios a mesma temperatura, espera-se que depois de um tempo aquele que foi embrulhado com a parte fosca para fora estará com a temperatura mais próxima da ambiente.

Há sugestão de uma experiência mais sofisticada, que também não foi realizada. Colocando-se duas aves com “apito” que indica quando está pronto, embrulhadas, uma com a face brilhante para fora e outra com a face fosca, se espera que o peru embrulhado com a face opaca para fora apite primeiro.

[33] Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br/ciencia-na-cozinha4.htm>. Acesso em:12 out. 2012.

Experiência 5: a garrafa térmica

Objetivos: compreender a transferência de energia na forma de calor por condução, convecção e radiação.

Conceitos físicos: condutor, isolante, condução, convecção, radiação, ondas eletromagnéticas e temperatura.

Recurso

- garrafa térmica

Desenvolvimento

Desmonte uma garrafa térmica, conforme Figura 31, e explore este dispositivo cuja finalidade principal é manter praticamente constante a temperatura do seu conteúdo pelo maior tempo possível. Para isso, evitam-se perdas tanto quanto possível, por condução, convecção e radiação.

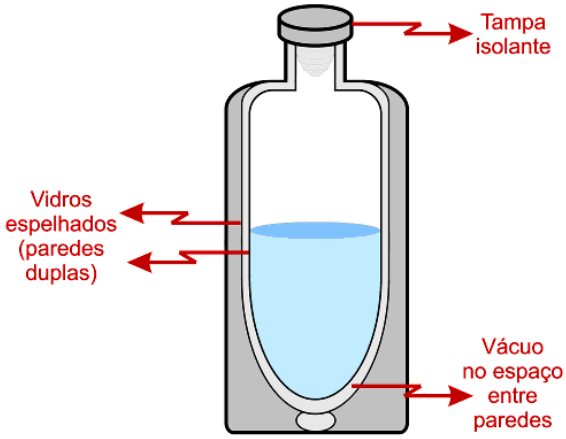


Figura 31. Garrafa térmica34

Notas

A função da garrafa térmica é dificultar as trocas de calor de seu conteúdo com o ambiente externo da seguinte maneira:

As paredes internas são feitas de vidro que, por ser mau condutor térmico, atenua as trocas de calor por condução de calor.

As paredes internas também são duplas e separadas por uma região de vácuo, cuja função é tentar evitar a condução e a convecção do calor que passa pelas paredes de vidro.

O vidro de que são feitas as paredes internas da garrafa é espelhado para que as ondas infravermelhas sejam refletidas, atenuando dessa forma as trocas por radiação.

A tampa isolante dificulta também a condução.

[34] Imagem extraída de: < www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf >. Acesso em: 12 out. 2012

É preciso ressaltar que não existe isolamento térmico perfeito. Mesmo com cuidados citados, após certo tempo o conteúdo da garrafa térmica acaba atingindo o equilíbrio térmico com o ambiente.

Referências

A QUÍMICA na cozinha. Telecurso 2000. Aula 48 – Ciências Ensino Fundamental. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=9BRYAEmwNeI&playnext=1&list=PLCF4C0F11DE632B01&feature=results_video>. Acesso em: 10 out. 2012.

GONÇALVES, L. J. Física térmica. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/leila/>. Acesso em: 24 jul. 2012

GONÇALVES, L. J. Física térmica. Produto Educacional. Disponível em: < http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/18.zip>. Acesso em: 10 nov. 2012.

GREF. Leituras de Física: Física Térmica. Instituto de Física USP. 1998. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/termo/termo2.pdf>. Acesso em: 16 out. 2011.

HOW Stuff Works. Como funcionam as coisas. Disponível em:< http://ciencia.hsw.uol.com.br/ciencia-na-cozinha4.htm>. Acesso em: 16 out. 2012.

MARQUES, N. L. R.; Araujo, I. S. Física térmica – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2009. (Textos de apoio ao professor de física). Disponívele em:< www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n5_marques_araujo.pdf >. Acesso em: 12 out. 2012

MICHELENA, J. B.; MORS, P.M. (2008). Física térmica: uma abordagem histórica e experimental . Textos de Apoio ao Professor de Física - IF-UFRGS. V.19n.5 Disponível em: < http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v19n5_Michelena_Mors.pdf >. Acesso em: 17 out. 2012.

TRAMONTINA. Como funciona o fundo triplo das panelas de aço inox Tramontina? Disponível em:< http://www.tramontina.com.br/pergunta-frequente/9-como-funciona-o-fundo-triplo-das-panelas-de-aco-inox-tramont>. Acesso em: 10 out. 2012.

WOLKE, R.L. O que Einstein disse a seu cozinheiro. (trad. Helena Londres). Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

Unidade 3 – Estudando pressão na cozinha

Nesta unidade são sugeridas experiências que exploram o conceito de pressão na cozinha. As experiências 2, 3 e 4 foram transcritas, com modificações, do artigo de Pimentel (2004)[35].

Experiência 1: separando a gema da clara do ovo por diferença de pressão

Objetivos: utilizar a diferença de pressão para separar a gema da clara do ovo.

Conceito físico: pressão

Recursos

- prato fundo ou tigela
- ovo
- garrafa pet

Desenvolvimento

Coloque o ovo em um prato fundo e pressione as laterais da garrafa pet. Aproxime a garrafa da gema e solte as laterais. Conforme Figuras 32 e 33.

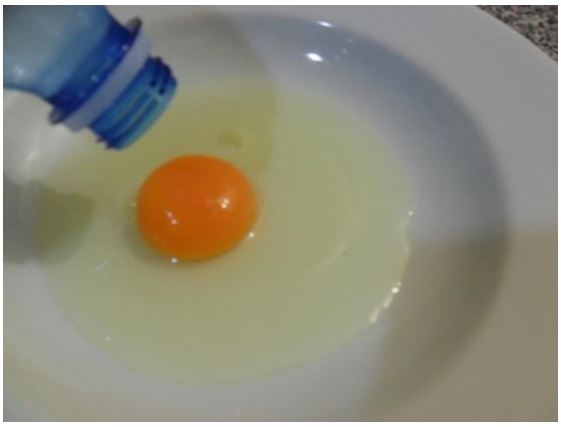


Figura 32.Gema e da clara do ovo.

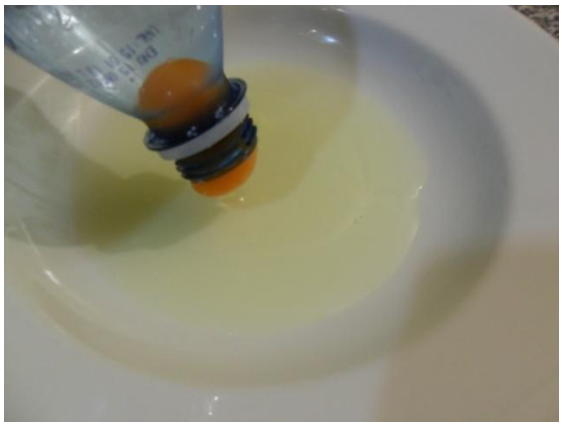


Figura 33. Separação da gema do ovo por diferença de pressão.

Notas

A gema do ovo, comportando-se como um fluído tende a ir para a região de menor pressão.

A experiência pode ser vista em um vídeo[36].

[35] PIMENTEL, J.R.; Yamamura , P. **A física na cozinha:** explorando recipientes com tampa abre-fácil. Disponível em: < http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a07.pdf>. Acesso em: 22 set. 2012

[36] Como separar a gema da clara facilmente. Sem bagunça e sem sujar os dedos. Disponível em:<http://www.youtube.com/watch?v=p5MR_yll1Y0>. Acesso em: 12 out. 2012

Experiência 2: produzindo jato de água com tampa "abre fácil"[37]

Objetivo: utilizar recipientes de vidro dotados de tampa do tipo "abre fácil", que são empregados para acondicionar, por exemplo, patês, geleias e requeijão, para um experimento envolvendo o Teorema de Pascal.

Conceitos físicos: pressão e força.

Recursos

-recipiente vazio (aprox. 150ml)

- tampa metálica

-anel de vedação

- o lacre plástico que se remove para abrir o recipiente.

Desenvolvimento

Encha completamente o recipiente com água. Em seguida, coloque cuidadosamente a tampa e pressione-a rápida e firmemente com os polegares, conforme Figura 33, observe que um comprido jato de água sai pelo orifício.

Figura 34. Jato produzido pela rápida compressão na tampa38.

Notas

O professor pode propor uma competição para ver quem consegue fazer o jato atingir maior altura e também pode discutir quais fatores determinam esta altura. Os autores do artigo citam como fatores a intensidade da força aplicada pelos polegares sobre a tampa e, por consequência, da pressão que é exercida sobre a água no recipiente, além da rapidez com que esta pressão é exercida.

[37] Adaptado do artigo **A física na cozinha:** explorando recipientes com tampa abre-fácil. Disponível em: < http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a07.pdf>. Acesso e, 22 set. 2012

[38] Foto extraída do artigo **A física na cozinha:** explorando recipientes com tampa abre-fácil. Disponível em: < http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a07.pdf>. Acesso em: 22 set. 2012

Como a tampa está em contato com a superfície do líquido, o Teorema de Pascal garante que a pressão adicional (ΔP) aplicada na tampa é transmitida para a água que deveria diminuir o seu volume, deformar-se ou romper o recipiente. Nenhuma destas hipóteses ocorre, principalmente em virtude da existência do orifício aberto na tampa por onde a água escoa para fora do recipiente, que é a região de menor pressão.

Os autores demonstram, a partir do teorema do Trabalho-Energia, que se na tampa for aplicada uma diferença de pressão de um centésimo do valor da pressão atmosférica ($\Delta P = 0{,}01 \times 10^5$ Pa), o jato poderá atingir um metro de altura.

Experiência 3: Segurando água com tampa "abre fácil"[39]

Objetivos: Utilizar um recipiente de vidro dotado de tampa do tipo "abre fácil", que é empregado para acondicionar, por exemplo, patês, geleias e requeijão, para um experimento que verifica a atuação da pressão atmosférica.

Conceito físico: pressão atmosférica

Recursos

- recipiente vazio (aprox. 150ml)
- tampa metálica
- anel de vedação
- o lacre plástico que se remove para abrí-la.

Desenvolvimento

Preencha o recipiente completamente com água e tampe mantendo a tampa pressionada, o lacre plástico deve ser colocado corretamente na região côncava da tampa, para vedar o orifício. Feito isto, a tampa pode deixar de ser pressionada. Em seguida, o conjunto pode ser disposto com a tampa voltada para os lados e mesmo para baixo (Figura 35), sem que a água caia. Ou ainda movimentada, desde que não vigorosamente.

[39] A adaptado do artigo **A física na cozinha:** explorando recipientes com tampa abre-fácil. Disponível em: < http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a07.pdf>. Acesso em: 22 set. 2012

Figura 35. Conjunto com a tampa voltada para baixo.

Notas

Se o recipiente estiver cheio de água quando a tampa for colocada, um pouco de água irá sair pelo orifício. Mantenha a tampa pressionada e retire o excesso de água antes de posicionar o lacre.

Ao se colocar o lacre plástico e deixar de pressioná-lo, ele tende a voltar ao formato inicial por ser deformável. Isso diminui a pressão interna no recipiente que, de acordo com o Teorema de Pascal, se transmite pela água e pelo ar da bolha de ar, que é mais compressível. A bolha se expande e facilita o retorno da tampa ao formato original. O resultado final é que a pressão interna do conjunto é ligeiramente menor do que a pressão atmosférica. A tampa metálica deformável atua como uma ventosa.

Considerando o valor da pressão atmosférica, ao nível do mar, como aproximadamente igual a 10^5 N/m^2 ou 10 N/cm^2, pode-se avaliar o valor da força necessária para retirar a tampa do conjunto. A tampa do recipiente tem área aproximada de 38 cm^2. Se a pressão interna for diminuída de 1 atm, a força necessária para vencer a diferença de pressão atuante, e retirar a tampa, seria de 380 N. Supondo, de acordo com o raciocínio dos autores, que a pressão interna tenha diminuído somente 1/200 da pressão atmosférica, a força necessária para retirar a tampa seria de 1,9 N. Uma vez que o volume aproximado do recipiente é de 150 cm^3, quando ele estiver cheio de água, e totalmente voltado para baixo, sobre a tampa atuará uma força peso de 1,5 N (desprezando-se o peso da própria tampa), valor insuficiente para vencer a diferença de pressão. Dessa análise, verifica-se que mesmo uma diminuição pequena na pressão interna implica num valor razoável da força necessária para retirar a tampa, o que explica o resultado observado.

Experiência 4: Verificando a atuação da pressão atmosférica com tampa "abre fácil"[40]

Objetivo: utilizar um recipiente de vidro dotado de tampa do tipo "abre fácil", que é empregado para acondicionar, por exemplo, patês, geleias e requeijão, para verificar a existência de pressão atmosférica.

Conceitos Físicos: pressão e transformação isovolumétrica.

Recursos

-recipiente vazio (aprox. 150ml)

- tampa metálica
- anel de vedação
- o lacre plástico que se remove para abrí-la.

Desenvolvimento

Aqueça um volume de água suficiente para colocar no recipiente. Encha o recipiente quase completamente, de modo que fique um pequeno volume de ar. Encaixe corretamente o lacre de vedação na tampa. Coloque a tampa e deixe o conjunto esfriar (para que o anel de vedação assente corretamente enquanto estiver esfriando, pode-se colocar um objeto pesado sobre a tampa, como, por exemplo, um livro). Quando o recipiente estiver frio, tente retirar a tampa, puxando-a com a mão. Verifique que ela não se solta.

Notas

O resfriamento do conjunto faz com que a água, a bolha de ar e o vidro estejam sujeitos a uma contração volumétrica (ΔV), em conformidade com a conhecida expressão: $\Delta V=\gamma V_0 \Delta T$, onde γ representa o coeficiente de dilatação volumétrica do material, V_0 seu volume inicial e ΔT a variação de temperatura. Como os coeficientes de dilatação volumétrica do vidro e da água são pequenos em relação ao do ar, a variação de volume não é muito elevada;

Como o recipiente se encontra fechado, o volume da massa de ar é mantido praticamente constante e o processo pode ser aproximado como sendo uma transformação isovolumétrica. Então, admitindo que o ar obedeça a equação de estado de um gás ideal, dela se deduz que a pressão final da bolha de ar deve diminuir durante o resfriamento. Além disso, à medida que o conjunto resfria, o vapor de água presente na bolha de ar se condensa. De acordo com o diagrama de fase para a água, essa mudança em seu estado físico diminui a pressão da bolha. Quanto mais quente estiver a água utilizada, maior a temperatura do vapor e maior será a diminuição de pressão experimentada pela bolha de ar.

[40] A adaptado do artigo **A física na cozinha:** explorando recipientes com tampa abre-fácil. Disponível em: < http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a07.pdf>. Acesso e, 22 set. 2012

O que faz a pressão diminuir é o efeito combinado de uma transformação isovolumétrica e da condensação de vapor de água em seu interior, que provoca a diferença de pressão e torna difícil retirar a tampa do recipiente.

Outra variação do experimento, sugerida pelos autores, e que permite constatar a importância da diminuição de pressão ocasionada pela condensação do vapor de água, consiste em colocar água bem quente no recipiente e, em seguida, jogá-la fora. Na sequência, colocar a tampa com o lacre e sobre ela um objeto pesado, para mantê-la na posição correta enquanto o conjunto esfria. Nessa situação, a temperatura do vapor de água aprisionado no recipiente será alta. A diminuição da pressão interna, provocada por seu resfriamento e condensação será significativa. Quando o conjunto estiver frio, a diferença de pressão atuante será suficiente para comprimir a tampa para baixo, impedindo que seja retirada com facilidade.

Na linha de produção industrial de conservas, a tampa é colocada depois da parte superior da embalagem ter sido aquecida (geralmente usando vapor à temperatura próxima de 80 °C). Após seu resfriamento, se obtém o valor mínimo de pressão interna exigida pela legislação e se consegue uma diferença de pressão suficiente para manter a tampa presa por longo tempo, conforme Figura 36.

Figura 36. Aviso em recipiente de conserva de palmito: "Compre somente se o botão estiver abaixado"

Experiência 5: fervendo água à temperatura ambiente[41]

Objetivos: Utilizar uma seringa para observar que a água pode ser fervida à temperatura ambiente.

Conceito físico: pressão atmosférica

[41] Seara da Física – “Fervendo água na seringa”. Disponível em: <http://www.seara.ufc.br/sugestoes/quimica/quimica026.htm> . Acesso em: 15 jul. 2012.

Recursos

-Seringa descartável

- Água

- Panela pequena

- Fonte de calor (fogão)

Desenvolvimento

Coloque um pouco de água na panela e aqueça entre 40 e 50°C, ou até quando começarem a surgir as primeiras bolhas de ar no fundo da panela. Puxe um pouco de água, cerca de um quinto do volume da seringa, tomando o cuidado de não deixar entrar nenhuma bolha de ar. Caso você tenha algumas bolhas de ar, coloque a seringa na vertical com o bico para cima, bata levemente nas paredes e aperte o êmbolo da seringa até que ela saia completamente. Imediatamente após tampe a ponta da seringa com o dedo e puxe o êmbolo para trás, com força, mas sem retirá-lo completamente. Observe e repita o procedimento algumas vezes.

Notas

Quando se puxa o êmbolo da seringa fechada a pressão diminui no interior seu interior, tornando a ebulição da água mais fácil.

Quando se aquece a água a uma temperatura inferior à sua temperatura de ebulição, as bolhas de vapor não conseguem se formar, pois são esmagadas pela pressão atmosférica. Ao se atingir a temperatura de ebulição, a pressão das bolhas de vapor se torna igual à pressão externa e conseguem sair do líquido. Em locais elevados, onde a pressão externa é menor do que 1 atmosfera, a água entra em ebulição a uma temperatura menor que 100°C. Quanto maior a altitude, menor será a pressão atmosférica, e mais fácil será fazer a água entrar em ebulição, como na experiência.

Experiência 6: A panela de pressão

Objetivo: Demonstrar o funcionamento da panela de pressão.

Conceito Físico: pressão.

Recurso

- uma panela de pressão.

Desenvolvimento

Demonstre como funciona a panela de pressão.

Notas

O vídeo da aula 26[42] de Física do Telecurso 2000 mostra uma animação de como funciona a panela de pressão (intervalo de 3:00 a 3:52).

Cozinhar é transferir energia para os alimentos através da água. A água ferve normalmente a 100ºC, ao nível do mar e num recipiente aberto. A cada quilômetro acima do nível do mar, a temperatura de ebulição diminui 3°C. O Monte Everest, por exemplo, está há pelo menos 8,5 km de altitude. Como 8,5x3 = 25,5; 100-25,5= 74,5°C. Isso implica que a água ferve a 74,5°C no Everest.

Quando colocamos a panela de pressão no fogo fornecemos energia, na forma de calor, e as moléculas aumentam sua agitação aumentando a temperatura. Com maior número de choques, aumenta a pressão no interior da panela. O aumento da pressão faz a água entrar em ebulição a uma temperatura acima de 100ºC. À medida que fornecemos calor a pressão aumenta até a medida que é suficiente para levantar a válvula com pino (Figura 37). Dessa forma o vapor começa a escapar pela válvula e a pressão do vapor se estabiliza, assim como a temperatura do interior da panela (esse é o momento de baixar o fogo).

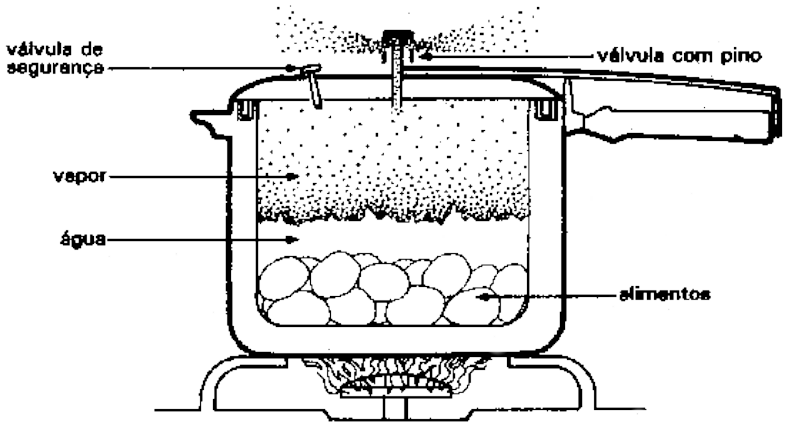


Figura 37. Panela de pressão.43

Se a saída de vapor pela válvula com pino for impedida, a válvula de segurança, mostrada na Figura 36, é expulsa.

Recomenda-se não encher muito a panela nem ferver leite condensado enlatado com o rótulo, pois o mesmo se solta e pode obstruir a saída de vapor da válvula com pino.

Cuidado ao abrir a panela, pois é muito mais grave se queimar com vapor do que com água à mesma temperatura. Pois além da energia absorvida para baixar a temperatura da água até a de

[42]Telecurso 2000 2º Grau - Física - Aula 26 (1 de 2). Disponível em: < http://www.youtube.com/watch?v=qLlXXNqKlK4>. Acesso em: 12 out. 2012.
[43] Imagem disponível em: < http://www.vocesabia.net/wp-content/uploads/2008/03/panela22.gif>. Acesso em: 15 nov. 2012.

nosso corpo se absorve a quantidade de energia para liquefazer o vapor, que de acordo com o gráfico da Figura 38 é considerável.

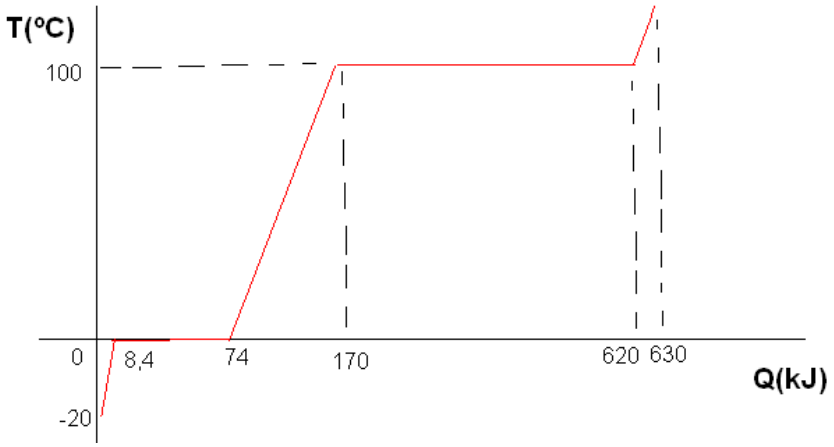


Figura 38. Gráfico de energia absorvida durante aquecimento para uma massa de 0,2kg de água44

Ao contrário da panela de pressão que se deseja cozinhar a grandes temperaturas, existem alimentos que devem ser cozidos de forma lenta a uma temperatura controlada. A técnica de banho-maria[45], utilizada para fazer pudins (Figura 39), por exemplo, permite que o alimento nunca passe da temperatura de 100ºC a nível do mar, desde que haja água no recipiente em que ele está imerso.

Figura 39. Pudim em banho-maria.

Da mesma forma que a pressão de um recipiente fechado aumenta quando a temperatura aumenta o contrário também é verdadeiro. Ao fechar a porta da geladeira o ar à temperatura ambiente que entra resfria e contrai, selando a porta, que então não precisa de trinco.

Referências

[44] Fonte. Gaspar (2003)
[45] Processo de aquecer, cozinhar, derreter ou evaporar uma substância mergulhando parcialmente o recipiente que a contém em água fervente.

COMO separar a gema da clara facilmente. Sem bagunça e sem sujar os dedos. Disponível em:<http://www.youtube.com/watch?v=p5MR_yll1Y0>. Acesso em: 14 out. 2012. (vídeo)

GASPAR, A. Física, Volume Único. São Paulo/SP: Editora Ática, 2003.

HOJE a torcida está "esquentada"! Telecurso 2000. Aula 26 (1 de 2) – Física. Disponível em: < http://www.youtube.com/watch?v=qLlXXNqKlK4>. Acesso em: 10 out. 2012. (vídeo)

PIMENTEL, J. R.; Yamamura , P. A física na cozinha: explorando recipientes com tampa abre-fácil. Física na Escola, v. 5, n. 2. p. 26-28. 2004. Disponível em:
< http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a07.pdf>. Acesso em: 22 set. 2012

SEARA da Física. Fervendo água na seringa. Disponível em:
<http://www.seara.ufc.br/sugestoes/quimica/quimica026.htm> . Acesso em: 15 jul. 2012.

Unidade 4 - Experiências com microondas na cozinha

O microondas gera muitos mitos na cozinha. É frequente alunos acreditarem que as microondas podem contaminar os alimentos ou então que podem tirar o seu valor nutritivo, ou ainda, que fazem mal à saúde. Não há facilidade em encontrar bons textos sobre microondas, no entanto se sugere como texto de apoio elaborado por Mai; Balzaretti; Schmidt (2008)[46]. Também é possível fazer *download* de um arquivo completo compactado[47], do mesmo autor, incluindo animações e figuras sobre o funcionamento e o processo de aquecimento do aparelho.

Experiência 1: Estourando ovos no microondas

Objetivos: Compreender como são aquecidos os alimentos no microondas.

Conceito físico: ondas eletromagnéticas.

Recursos

- 1 ovo
- forno de microondas

Desenvolvimento

Coloque o ovo dentro do microondas, ligue-o e observe que o ovo estourará.

Notas

Esta experiência, ainda que produza um tanto de sujeira, é feita como demonstração. Evitando que muitos repitam em suas casas. É recomendável colocar sobre o ovo um pote plástico transparente, assim o ovo só vai sujar o pote e o prato do microondas.

O aquecimento no microondas ocorre de forma rápida e somente a parte líquida do ovo é aquecida pelas microondas. A casca se aquece lentamente, apenas por condução. A casca do ovo forma uma 'panela de pressão' sem válvula de segurança, fazendo com que ele estoure, semelhante ao que ocorre com a pipoca. É importante furar alimentos líquidos que estejam envoltos por membrana impermeável como gema, bacon, tomate.

Experiência 2: Encontrando a velocidade da luz com chocolate no microondas[48]

Objetivo: determinar a velocidade da luz utilizando um microondas e uma barra de chocolate.

[46] Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v18n6_Mai_Balzaretti_Schmidt.pdf> Acesso em: 12 out. 2012.
[47] Disponível em: <http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/18.zip>. Acesso em: 13 out. 2012
[48] STAUFFER, R. H. Finding the speed of light with marshmallows. **The Physics Teacher**, Stony Brook, v. 35, n. 4, p. 231, Apr. 1997.

Conceitos físicos: ondas eletromagnéticas e aquecimento.

Recursos

- Forno de microondas
- Régua
- Barra de chocolate
- Suporte para apoiar o prato giratório impedindo que ele gire (pode ser uma tigela de sobremesa de vidro).

Desenvolvimento[49]

1. Mantenha a base do prato do microondas estática, colocando o prato sobre a tigela de sobremesa invertida, por exemplo.
2. Coloque a barra de chocolate sobre o prato.
3. Aqueça em potência mínima. As microondas não aquecerão o chocolate uniformemente e haverá derretimento apenas em alguns pontos.
4. Retire o prato do microondas e observe estes pontos derretidos. Com uma régua meça a distância (D) entre os pontos derretidos. Meça a distância centro-a-centro entre quaisquer dois vizinhos mais próximos e preencha a tabela. Faça uma média.

	D (cm)		D (cm)
1		4	
2		5	
3		6	

$D_{média}$(cm) = _____

$D_{média}$(m) = _____

5. Você vai descobrir que estas distâncias se repetem mais e mais. Esta distância, cerca de 6 cm, corresponde à metade do comprimento de onda do microondas. O comprimento de onda é obtido multiplicando-se D por 2.

$\lambda_{médio}$ (m) = _____

6. Agora gire o forno e olhe o valor da frequência de microondas. Microondas comerciais operam em geral em 2450 MHz.
7. Calcule a velocidade da luz(v): Velocidade= Frequência (f) x Comprimento de onda(λ)

V= λ f= _____

8. Calcule o erro encontrado em relação ao valor esperado ($\approx 3 \times 10^8$ m/s)

Notas:

[49] Roteiro adaptado. Texto disponível em: <http://nhscience.lonestar.edu/physics/stinnett/docs/phys1402/EC%20Finding%20the%20speed%20of%20Light%20with%20Marshmallows.doc>. Acesso em: 15 out. 2012

Um forno de microondas produz ondas eletromagnéticas que têm comprimentos de onda da ordem de alguns centímetros. Estas microondas são refletidas nas paredes internas do forno e interferem umas com as outras produzindo regiões de amplitude máxima e regiões de amplitude mínima, Figura 40. O resultado é que o forno de microondas não cozinha uniformemente e apenas alguns pontos quentes são formados. Esta é a razão porque o prato deve girar para possibilitar o aquecimento uniforme.

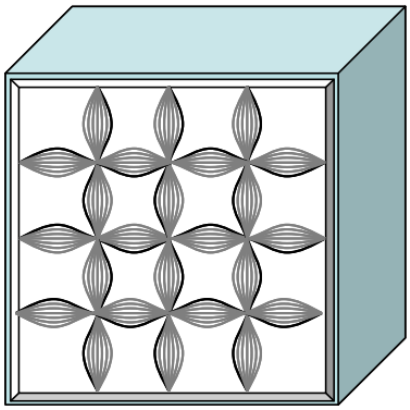


Figura 40. – Ondas estacionárias no interior de um forno de microondas.50

A partir de um vídeo[51] utilizando chocolate, a experiência foi realizada (Figuras 42 à 44). Com a distância média de 6 cm entre os pontos (medido no sentido perpendicular ao mostrado na Figura 43), se encontrou o valor esperado para a velocidade da luz. No entanto se observa que a distância medida na Figura 43 é de 9,5 cm.

Figura 41. Chocolate a ser derretido.

Figura 42. Chocolate no microondas.

[50] Imagem disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/tapf/v18n6_Mai_Balzaretti_Schmidt.pdf> Acesso em: 12 out. 2012.
[51] Measure the Speed of Light - With Chocolate! Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=7WXW2bBWBEg>. Acesso em: 17 jul. 2012.

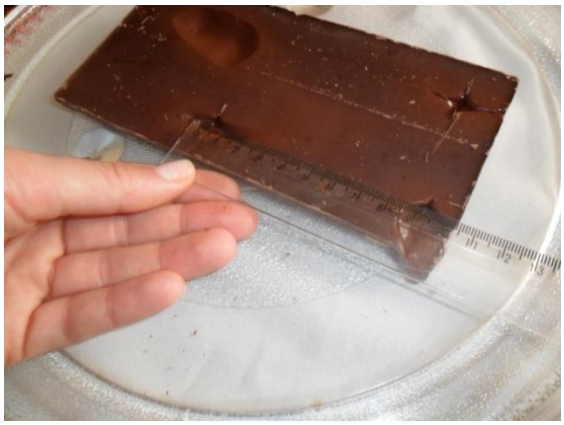


Figura 43. Medição dos pontos de derretimento (9,5 cm). Figura 44. Frequência do equipamento (2450MHz)

Também se realizou a experiência com outro tipo de chocolate (Figuras 45 e 46), porém os pontos variam um pouco suas distâncias.

Figura 45. Outra tentativa Figura 46. Dificuldade de visualizar os pontos

E por fim, a experiência foi feita espalhando chocolate derretido numa superfície maior, conforme Figura 47, para obter mais pontos. O centro dos pontos de derretimento foi marcado com botões, Figura 48. A distância entre os nove pontos que aparecem na figura são 9cm, 6,5cm, 6cm, 10cm, 6cm, 9cm, 6cm, 11cm, 5,5cm, o que dá uma média de 7,6cm. Descartando-se o quarto e o oitavo ponto, pois são praticamente o dobro do esperado, sugerindo que devia haver um outro ponto entre eles, a média fica em 6,8cm; 14% acima do valor esperado.

Figura 47. Chocolate sendo vertido em recipiente. Figura 48. Pontos de derretimento marcados com botões.

Também foi testada a experiência "Encontrando a velocidade da luz com marshmallows"[52] (STAUFFER, 1997). De acordo com a Figura 49, disponível no artigo, os pontos de derretimento são bem definidos.

Figura 49. Estudante medindo a distância entre pontos derretidos (Foto: Ashley Miller)53

No entanto, com *marshmallows* os resultados foram piores do que com chocolate, com pontos de derretimento pouco definidos (Figuras 50 a 53), diferente do artigo e do vídeo[54] vistos. Seria necessário adaptar a potência e/ou tempo de aquecimento, porém, optou-se por não seguir as experiências com *marshmallows* devido ao seu custo e à dificuldade de limpeza dos utensílios.

Figura 50. *Marshmallows.*

Figura 51. *Marshmallows* no microondas.

[52] Finding the speed of light with marshmallows. Disponível em: < http://www.physics.umd.edu/ripe/icpe/newsletters/n34/marshmal.htm>. Acesso em: 17 jul. 2012.

[53] Imagem disponível em Staufer (1997).

[54] Marshmallow speed of light Expt.. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=SRzVZyFUP-A&feature=player_embedded>. Acesso em: 17 jul. 2012.

Figura 52. Marshmallows aquecidos.

Figura 53. Pontos de derretimento.

.

Outra tentativa, a partir de experiência disponível no *Youtube*, foi com clara de ovo[55] (Figuras 54 a 57). Usando um forno de microondas, clara de ovos e um prato para medir a velocidade da luz. Nesta experiência foi medida a distância entre os pontos que se tornaram esbranquiçados. O resultado foi semelhante ao encontrado para o chocolate.

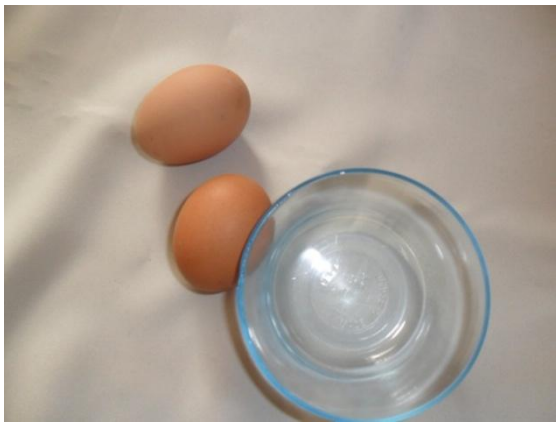


Figura 54. Ovos

Figura 55. Claras separadas das gemas

Figura 56. Claras de ovo sendo espalhadas

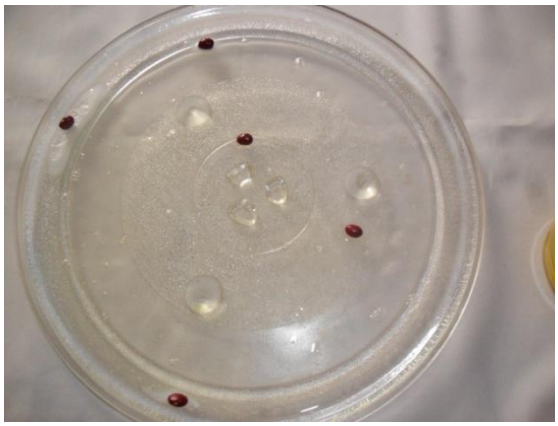


Figura 57. Marcação de pontos esbranquiçados.

[55] Measurring the speed of light. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=zOyTYRY7XwQ&feature=related>. Acesso em: 17 jul. 2012.

LABURÚ *et al* (2000)[56] sugereM que a experiência seja realizada com papel térmico para fax, como na Figura 58. O autor relata que quando realizado o experimento sugerido por Stauffer (1997), os padrões encontrados não correspondem à medida esperada para a velocidade da luz. Da mesma forma, quando se faz com papel de fax. Também, sugere desconsiderar o procedimento de medida dos comprimentos de onda, utilizando a experiência apenas para constatar as ondas eletromagnéticas formadas no interior do forno de microondas.

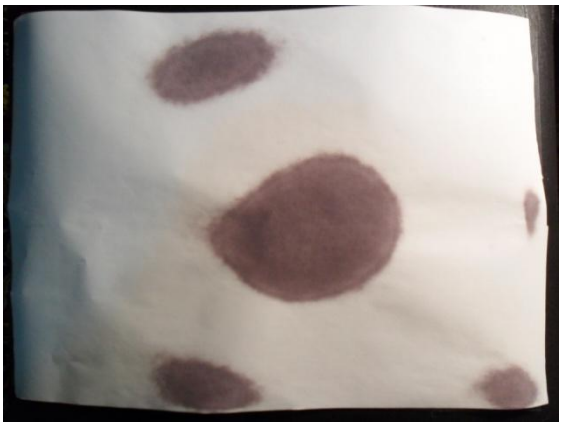


Figura 58. Padrão de ondas estacionárias do forno de microondas no papel térmico de fax.

[56] Artigo disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Artigos/visualizando_ondas_eletromagneticas.pdf>. Acesso em: 11 ago.2012.

Referências

AUTOR FINDING the speed of light with marshmallows. Disponível em: < http://www.physics.umd.edu/ripe/icpe/newsletters/n34/marshmal.htm>. Acesso em: Jul. 2012. (Vídeo)

LABURÚ, C. E. et al. Visualizando ondas eletromagnéticas Estacionárias (um experimento na cozinha de casa). Departamento de Física – UEL Londrina – PR. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Artigos/visualizando_ondas_eletromagneticas.pdf>. Acesso em: 11. Ago.2012

MAI, I.; BALZARETTI, N. M.; SCHMIDT, J. E. Utilizando um forno de microondas e um disco rígido de um computador como laboratório de física. IF-UFRGS. 2008. (Textos de Apoio ao Professor de Física v.18 n.6). Disponível em: < http://www.if.ufrgs.br/tapf/v18n6_Mai_Balzaretti_Schmidt.pdf>. Acesso em: 12 out. 2012.

MAI, I.; BALZARETTI, N. M.; SCHMIDT, J. E. Utilizando um forno de microondas e um disco rígido de um computador como laboratório de física. IF-UFRGS. 2008. Produto Educacional. Disponível em: < http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/18.zip>. Acesso em: 12 nov. 2012.

MARSHMALLOW speed of light expt.. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=SRzVZyFUP-A&feature=player_embedded>. Acesso em: 12 jul. 2012. (vídeo)

MEASURE the speed of light - with chocolate! Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=7WXW2bBWBEg>. Acesso em: 12 jul. 2012. (vídeo)

STAUFFER, R. H. Finding the speed of light with marshmallows. The Physics Teacher, Stony Brook, v. 35, n. 4, p. 231, Apr. 1997.

Unidade 5 - A conta de luz: despertando para a economia doméstica

Nesta atividade, embora não inclua exatamente processos e equipamentos na cozinha, é importante para despertar os alunos para o consumo doméstico de energia. Na cozinha são utilizados muitos eletrodomésticos e, em geral, não temos noção de seu consumo. São apresentadas três sugestões de experiências, com nível crescente de complexidade.

Experiência 1: Verificando o consumo de equipamentos.

Objetivos: verificar o consumo de equipamentos domésticos e diferenciar potencia e energia elétrica.

Conceitos físicos: potência, energia e consumo.

Desenvolvimento:

- Discutir com os alunos que a energia consumida depende da potência e do tempo de uso do equipamento.
- Orientar aos alunos a verificarem que existe uma plaqueta afixada nos eletrodomésticos indicando a potência em Watt (W).
- Explicar os alunos como é feita a leitura do relógio que indica o consumo mensal de energia elétrica residencial.

Notas

Existem outras unidades como cv e HP, respectivamente, cavalo vapor e horse-power. A tradução não foi precisa nem no idioma nem no valor. Em unidades do Sistema Internacional 1cv= 736W e um HP=746W.

A unidade de potência elétrica do ar-condicionado é BTU/h, mas é mal utilizada comercialmente como BTU, simplesmente. O BTU (British Thermal Unit ou Unidade térmica Britânica) é uma unidade de energia, equivalente a quantidade necessária para elevar a temperatura de uma massa de uma libra de água de 59,5ºF a 60,5ºF, sob pressão constante de 1 atmosfera. Esta quantidade equivale a aproximadamente 1000 J.

A energia elétrica que está sendo consumida é proporcional à velocidade de rotação do disco horizontal que aparece no centro do aparelho medidor de consumo (Figura 59).

Figura 59. Aparelho medidor de consumo de energia elétrica.

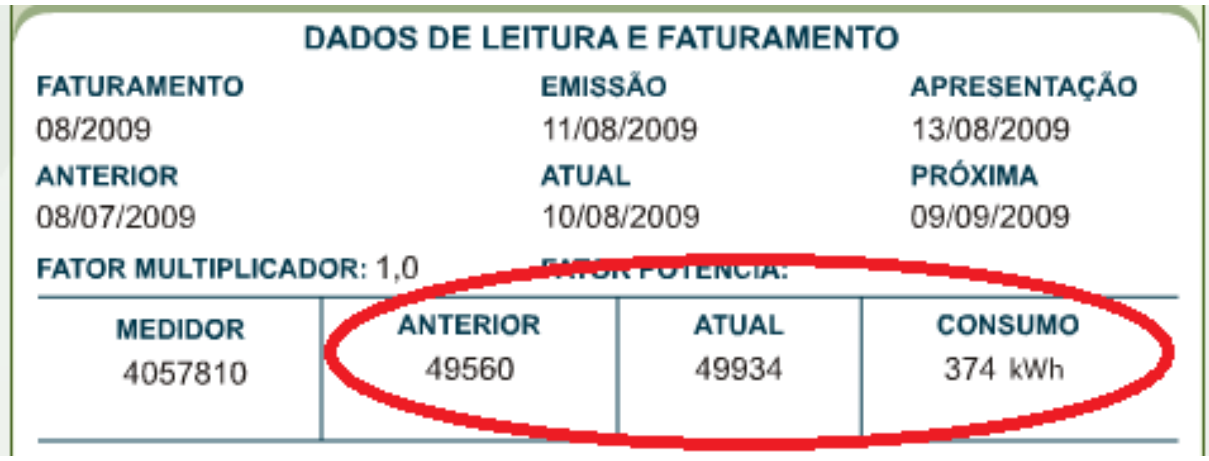
Existem tanto medidores analógicos (Figura 59), como digitais. Este dois tipos de mostradores são vistos na Figura 60. Nesta figura, a leitura no medidor tipo relógio deve ser feita da esquerda para direita, estando o milhar mais à esquerda, ao lado a centena, a dezena e, bem à direita, a unidade.

Figura 60. Tipos de medidores57.

Na Figura 61 o consumo da residência foi calculado da seguinte forma: em determinado dia do mês, um funcionário da companhia de energia elétrica efetuou a leitura do aparelho medidor (relógio). Ele anotou os valores que cada um dos relógios marcava (lendo da esquerda para direita) 4, 9, 5, 6, 0, ou seja, 49560kWh. No mês seguinte, passado o período de 30 dias, foi feita uma nova leitura e a anotação: 49934kWh.

Nesse período o consumo foi de 49560 – 49934=374kWh

[57] Imagem disponível em: < http://www.eletrocar.com.br/?menu=aprendaalerseumedidor >. Acesso em: 20 out. 2012.



DADOS DE LEITURA E FATURAMENTO

FATURAMENTO	EMISSÃO	APRESENTAÇÃO
08/2009	11/08/2009	13/08/2009
ANTERIOR	ATUAL	PRÓXIMA
08/07/2009	10/08/2009	09/09/2009

FATOR MULTIPLICADOR: 1,0 FATOR POTÊNCIA:

MEDIDOR	ANTERIOR	ATUAL	CONSUMO
4057810	49560	49934	374 kWh

Figura 61. Dados de leitura da conta de energia elétrica58

É aconselhável testar regularmente o medidor de consumo desligando todos os equipamentos elétricos e observando-o. Se o relógio continuar movendo-se você deve comunicar o fato à companhia, para que seja providenciado o conserto ou troca, para que não se pague pela energia elétrica não gasta.

O Selo Procel[59] indica a eficiência de eletrodomésticos. Este selo, Figura 62, tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. Também objetiva estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais. Fonte: Inmetro.

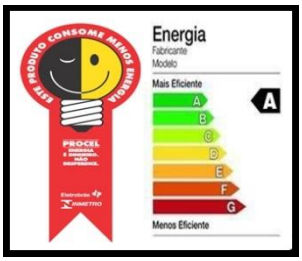


Figura 62. Selo Procel

Uma simulação sobre o consumo de equipamentos pode ser visualizada em Kesselman (2012).

Experiência 1: Verificando o consumo de equipamentos[60]

Objetivo: verificar o custo energia gasta por equipamentos domésticos.

Conceitos físicos: energia, potência, tempo, consumo e unidades de medida.

---

[58] Imagem adaptada de: < http://www.aessul.com.br/areacliente/servicos/suaconta.asp >. Acesso em: 10 out. 2012

[59] Informações disponíveis em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbeSelo.asp>. Acesso em: 15 jul.2012.

[60] Atividade adaptada de GREF (1998).

Recursos:

- laboratório de informática
- quadro negro
- giz
- projetor multimídia
- computador com acesso à internet
- eletrodoméstico para mostrar plaqueta indicativa da potência.

Procedimento: Pode-se dividir a experiência em dois encontros. No primeiro, a atividade é apresentada e discutida e ao final os alunos levam a tabela para suas casas; no segundo encontro os alunos seguem o roteiro proposto.

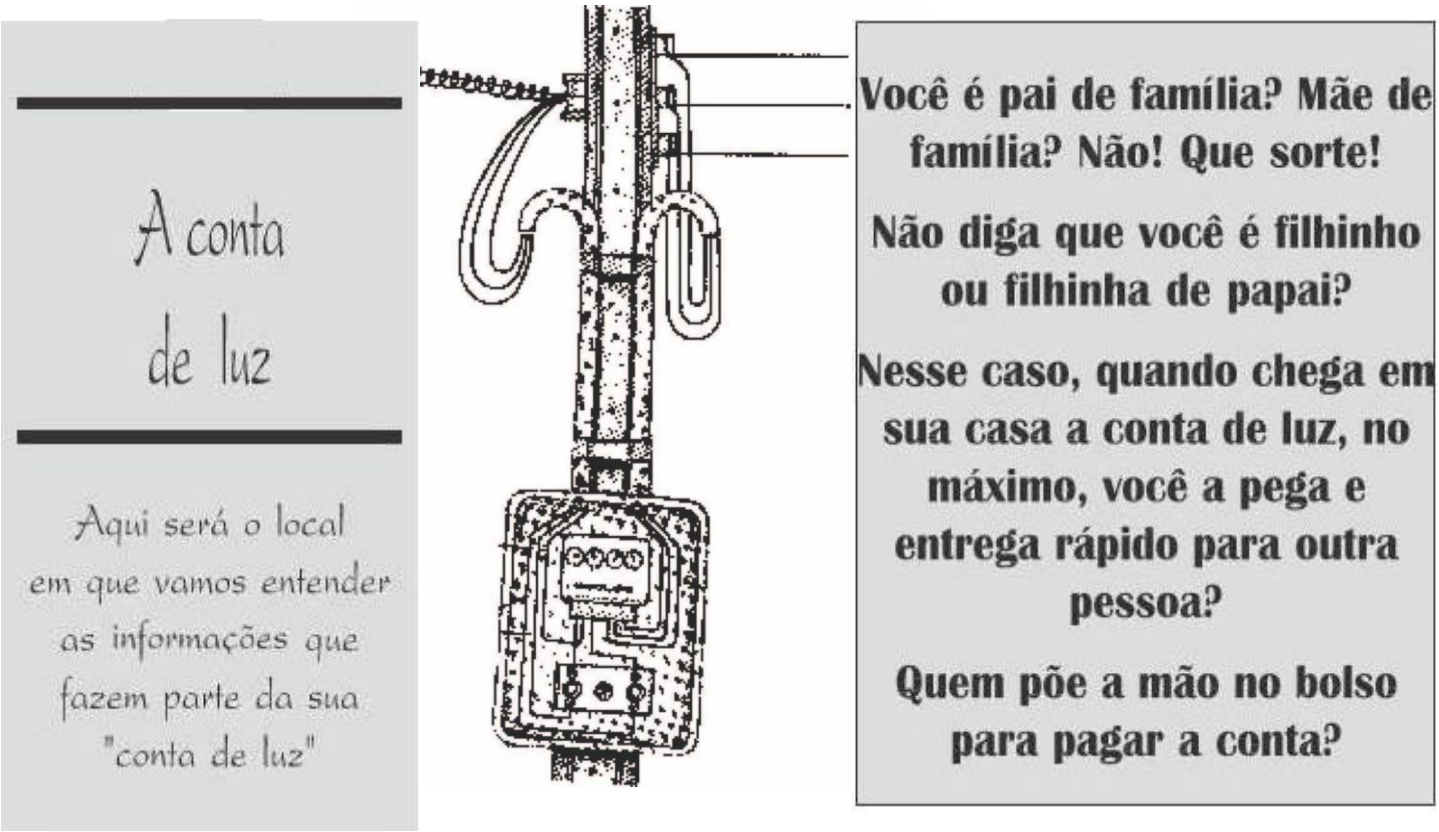
Consumo de energia de aparelhos elétricos

Você pode explicar o consumo indicado na sua "conta de luz" fazendo a atividade proposta a seguir. Para tanto, utilize a tabela abaixo e anote os valores referentes a cada uma das colunas.

O tempo de funcionamento de cada aparelho deve ser o mais preciso possível. Lembre-se que a geladeira e o freezer, funcionam, em média, 8 horas por dia, pois eles ligam e desligam. Se você tiver rádio-relógio, leve em conta apenas o tempo de funcionamento do rádio, pois o relógio tem consumo muito pequeno.

Traga uma conta de luz recente no próximo encontro

Aparelho	**Potência (Watt)**	**Tempo (horas) de funcionamento na semana**



[61]Toda vez que um aparelho elétrico entra em funcionamento ocorre uma transformação de energia em outras formas de energia como luminosa, sonora, mecânica de rotação, térmica, dentre outras.

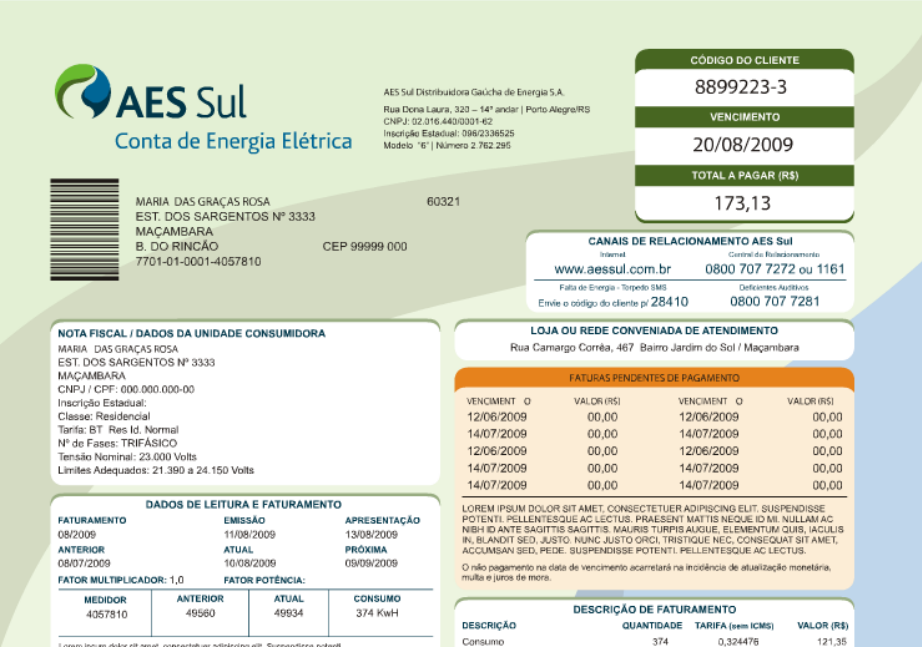
Sem uma fonte de energia elétrica adequada e em condições de funcionamento, os aparelhos de nada servem. As pilhas, as baterias e as usinas são as fontes de energia mais utilizadas no nosso dia-a-dia.

O acesso e a utilização de tais fontes representa, para nós, um custo a pagar, seja na hora da compra de pilhas e baterias no mercado, seja na hora de pagar a conta de energia elétrica, comumente chamada de “conta de luz”.

A partir desse momento, passaremos a analisar do que se compõe e como se calcula o custo da energia elétrica em nossas casas, que é fornecida pelas usinas geradoras de eletricidade através das companhias distribuidoras (No Rio Grande do Sul tem-se a AES Sul, CEEE, RGE, etc).

Observe sua conta de luz, que é semelhante ao modelo a seguir.

[61] Atividade adaptada de **A conta de luz** **(**GREF,1998), pág. 17. Disponível em: < http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro1.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2012


AES Sul
Conta de Energia Elétrica

AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.
Rua Dona Laura, 320 – 14º andar | Porto Alegre/RS
CNPJ: 02.016.440/0001-62
Inscrição Estadual: 096/2336525
Modelo "6" | Número 2.762.295

CÓDIGO DO CLIENTE
8899223-3
VENCIMENTO
20/08/2009
TOTAL A PAGAR (R$)
173,13

MARIA DAS GRAÇAS ROSA
EST. DOS SARGENTOS Nº 3333
MAÇAMBARA
B. DO RINCÃO
7701-01-0001-4057810
60321
CEP 99999 000

CANAIS DE RELACIONAMENTO AES Sul
Internet: www.aessul.com.br
Central de Relacionamento: 0800 707 7272 ou 1161
Falta de Energia - Torpedo SMS: Envie o código do cliente p/ 28410
Deficientes Auditivos: 0800 707 7281

NOTA FISCAL / DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA
MARIA DAS GRAÇAS ROSA
EST. DOS SARGENTOS Nº 3333
MAÇAMBARA
CNPJ / CPF: 000.000.000-00
Inscrição Estadual:
Classe: Residencial
Tarifa: BT Res Id. Normal
Nº de Fases: TRIFÁSICO
Tensão Nominal: 23.000 Volts
Limites Adequados: 21.390 a 24.150 Volts

LOJA OU REDE CONVENIADA DE ATENDIMENTO
Rua Camargo Corrêa, 467 Bairro Jardim do Sol / Maçambara

FATURAS PENDENTES DE PAGAMENTO

VENCIMENTO	VALOR (R$)	VENCIMENTO	VALOR (R$)
12/06/2009	00,00	12/06/2009	00,00
14/07/2009	00,00	14/07/2009	00,00
12/06/2009	00,00	12/06/2009	00,00
14/07/2009	00,00	14/07/2009	00,00
14/07/2009	00,00	14/07/2009	00,00

LOREM IPSUM DOLOR SIT AMET, CONSECTETUER ADIPISCING ELIT. SUSPENDISSE POTENTI. PELLENTESQUE AC LECTUS. PRAESENT MATTIS NEQUE ID MI. NULLAM AC NIBH ID ANTE SAGITTIS SAGITTIS. MAURIS TURPIS AUGUE, ELEMENTUM QUIS, IACULIS IN, BLANDIT SED, JUSTO. NUNC JUSTO ORCI, TRISTIQUE NEC, CONSEQUAT SIT AMET, ACCUMSAN SED, PEDE. SUSPENDISSE POTENTI. PELLENTESQUE AC LECTUS.

O não pagamento na data de vencimento acarretará na incidência de atualização monetária, multa e juros de mora.

DADOS DE LEITURA E FATURAMENTO

FATURAMENTO	EMISSÃO	APRESENTAÇÃO
08/2009	11/08/2009	13/08/2009
ANTERIOR	ATUAL	PRÓXIMA
08/07/2009	10/08/2009	09/09/2009

FATOR MULTIPLICADOR: 1,0 FATOR POTÊNCIA:

MEDIDOR	ANTERIOR	ATUAL	CONSUMO
4057810	49560	49934	374 KwH

DESCRIÇÃO DE FATURAMENTO

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	TARIFA (sem ICMS)	VALOR (R$)
Consumo	374	0,324476	121,35

Fonte da figura:
http://www.aessul.com.br/areacliente/servicos/suaconta.asp

O consumo representa a quantidade de energia consumida ou utilizada por sua residência. Ela é medida de kWh que significa quilo Watt-hora. O *quilo* é o mesmo do *quilo*grama, *quilo*metro, e significa 1.000 vezes. Já Watt-hora representa a medida da energia elétrica. Embora possa lhe parecer "estranho" que Watt-hora seja uma medida de energia (você se lembra de uma outra?) recorde que Watt é uma unidade de potência e hora uma unidade de tempo. O produto potência x tempo resulta na energia.

ENERGIA = POTÊNCIA X TEMPO

$$E = P \times t$$

Assim, watt-hora representa o produto da potência pelo tempo e 1kWh é 1000 Watt-hora.

Essa unidade é a medida da energia elétrica utilizada pelas casas porque a potência dos aparelhos elétricos é medida em Watt e o tempo de funcionamento dos aparelhos em horas.

A energia elétrica residencial fornecida pela AES Sul, por exemplo, custa atualmente:

1kWh= R$ 0,34

A quantidade de energia que você utiliza em casa depende de dois fatores básicos: a potência dos aparelhos e o tempo de funcionamento. Os dois fatores, ao contrário do que se imagina, são igualmente importantes quando se pensa no custo a pagar pela energia

elétrica utilizada. Um aparelho de baixa potência, mas que funciona durante muito tempo diariamente, pode gastar tanto ou mais energia que outro aparelho de maior potência que funciona durante pouco tempo.

O valor indicado na conta como consumo de energia elétrica representa a somatória do produto da potência de cada aparelho elétrico pelo tempo de funcionamento entre uma medida e outra. Esse valor é obtido a partir de duas leituras realizadas, em geral, no período de trinta dias no "relógio de luz" de sua casa.

Faça você mesmo!

A soma de todos os produtos da potência pelo tempo de funcionamento medido em horas indica a energia utilizada em uma semana medida em watt-hora. Dividindo-se por 1.000, o resultado será o valor do consumo medido em kWh. Para saber o consumo mensal basta multiplicar por quatro, que é o número de semanas em um mês. Faça as contas e compare com o valor impresso em sua conta. Verifique se eles são próximos ou muito diferentes. Tente explicar as razões das possíveis diferenças. Você poderá ter ideia de onde vem o consumo indicado na sua "conta de luz" e se ela não está fora da realidade (por erro de leitura).

Bom trabalho!

A	B	C	D	E	F	G
Aparelho	**Potência (Watt)**	**Tempo de funcionamento na semana (horas)**	**Energia** (Potencia X tempo) (Wh)	**E**nergia ÷1000 (kWh)	**Custo semanal** (Energia X Valor kWh)	**Custo mensal** (Custo semanal X4)
Total						

Roteiro de atividades em planilha eletrônica

1) Represente na planilha eletrônica a tabela acima observando o que representa cada coluna:

Coluna A: transcreva a lista de aparelhos elétricos que você anotou.
Coluna **B**: transcreva a potência de cada aparelho que você anotou.
Coluna **C**: Transcreva o tempo de funcionamento em horas que você anotou.
Coluna **D**: esta coluna deve conter a multiplicação da **coluna B** pela **C**.
Coluna **E**: Divida a **coluna D** por 1000 (1 quilo) para obter a unidade padrão kWh
Coluna **F**: Multiplique a **coluna E** pelo valor do kWh (1 kWh= R$**0,336986**) para obter o custo semanal do aparelho.
Coluna **G**: Multiplique a coluna 6 por 4 (número de semanas no mês) para obter o custo mensal do aparelho .

2) a) Faça um somatório da **coluna G** e represente-o no **Total.**

b) O valor no **Total** encontrado é semelhante ao do "CONSUMO" na "DESCRIÇÃO DE FATURAMENTO" na conta de luz? Explique.

3) a) Faça um gráfico (tipo pizza) com os dados das colunas **A** e **G**.

b) Qual o equipamento que tem maior gasto em sua casa?

c) A partir da "conta de luz" faça um gráfico (tipo pizza) com os valores, em porcentagem de DESCRIÇÃO em "DESCRIÇÃO DE FATURAMENTO".

d) Discuta quais valores você considera que não podem ser diminuídos na sua conta e quais valores podem?

4) Discuta que atitudes você pode tomar para reduzir o custo da sua conta.

Notas

O custo atual da energia em sua cidade pode ser consultado no site da Agência Nacional de Energia elétrica (Aneel)[62]. Ou ligando para o atendimento da companhia de energia elétrica.

No *site* da Eletrobrás[63] (Centrais Elétricas Brasileiras S.A) está disponível um folder com dicas de economia de energia e um manual intitulado "Dicas de Conservação de Energia para um Mundo Melhor". Também, no site da AES Sul é possível acessar o texto intitulado Dicas de consumo AESSul[64].

Deve-se observar que este tipo de atividade pode ressaltar desigualdades sociais até então desconhecidas. Em decorrência do comportamento observado na turma em que esta atividade foi aplicada, recomenda-se que o professor tenha certo tato ao solicitar tal levantamento, de modo a evitar constrangimentos.

[62] Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493&idPerfil=4>. Acesso em: 14 out. 2012.
[63] Disponível em: <http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID=%7B6751E537-0EC0-4B83-BE03-82831A153042%7D>. Acesso em: 13 out. 2012.
[64] Disponível em: < http://www.aessul.com.br/site/dicas/ConsumoResidencial.aspx>. Acesso em: 12 out. 2012.

Referências

AESUL. Dicas de consumo residencial. Disponível em:
< http://www.aessul.com.br/site/dicas/ConsumoResidencial.aspx>. Acesso em: 10 out. 2012

AES Sul. Entenda sua conta. Disponível em:
< http://www.aessul.com.br/areacliente/servicos/suaconta.asp >. Acesso em: 10 out. 2012. (imagem)

ANEEL. Conheça as Tarifas da Classe de Consumo Residencial de uma Concessionaria. Disponível em: < http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=493&idPerfil=4>. Acesso em: 10 out. 2012.

ELETROBRÁS. Dicas. Disponível em:
<http://www.eletrobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID=%7B6751E537-0EC0-4B83-BE03-82831A153042%7D>. Acesso em: 10 out. 2012. (imagem)

ELETROCAR. Centrais elétricas de carazinho. Aprenda a ler seu consumidor. Disponível em: < http://www.eletrocar.com.br/?menu=aprendaalerseumedidor >. Acesso: em out. 2012. (imagem)

GREF. Leituras de Física: Eletromagnetismo. Instituto de Física USP. 1998. Disponível em: <http://www.if.usp.br/gref/eletro/eletro1.pdf>. Acesso em: 16 out. 2011.

INMETRO. Selos de eficiência energética. Disponível em:
<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbeSelo.asp>. Acesso em: 15 jul. 2012. (imagem)

KESSELMAN (2012). Labvirt. Laboratório Didático Virtual - Escola do Futuro - USP
Compra de eletrodomésticos.. Disponível em:
<http://www.labvirt.fe.usp.br/simulacoes/fisica/sim_energia_compra_eletro.htm >. Acesso em: 10 nov. 2012. (simulação)

TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA

n°. 1 Um Programa de Atividades sobreTópicos de Física para a 8ª Série do 1º Grau
Rolando Axt, Maria Helena Steffani e Vitor Hugo Guimarães, 1990.

n°. 2 Radioatividade
Magale Elisa Brückmann e Susana Gomes Fries, 1991.

n°. 3 Mapas Conceituais no Ensino de Física
Marco Antonio Moreira, 1992.

n°. 4 Um Laboratório de Física para Ensino Médio
Rolando Axt e Magale Elisa Brückmann, 1993.

n°. 5 Física para Secundaristas – Fenômenos Mecânicos e Térmicos
Rolando Axt e Virgínia Mello Alves, 1994.

n°. 6 Física para Secundaristas – Eletromagnetismo e Óptica
Rolando Axt e Virgínia Mello Alves, 1995.

n°. 7 Diagramas V no Ensino de Física
Marco Antonio Moreira, 1996.

n°. 8 Supercondutividade – Uma proposta de inserção no Ensino Médio
Fernanda Ostermann, Letície Mendonça Ferreira, Claudio de Hollanda Cavalcanti, 1997.

n°. 9 Energia, entropia e irreversibilidade
Marco Antonio Moreira, 1998.

n°. 10 Teorias construtivistas
Marco Antonio Moreira e Fernanda Ostermann, 1999.

n°. 11 Teoria da relatividade especial
Trieste Freire Ricci, 2000.

n°. 12 Partículas elementares e interações fundamentais
Fernanda Ostermann, 2001.

n°. 13 Introdução à Mecânica Quântica. Notas de curso
Ileana Maria Greca e Victoria Elnecave Herscovitz, 2002.

n°. 14 Uma introdução conceitual à Mecânica Quântica para professores do ensino médio
Trieste Freire Ricci e Fernanda Ostermann, 2003.

n°. 15 O quarto estado da matéria
Luiz Fernando Ziebell, 2004.

v.16, n.1 Atividades experimentais de Física para crianças de 7 a 10 anos de idade
Carlos Schroeder, 2005.

v.16, n.2 O microcomputador como instrumento de medida no laboratório didático de Física
Lucia Forgiarini da Silva e Eliane Angela Veit, 2005.

v.16, n.3 Epistemologias do Século XX
Neusa Teresinha Massoni, 2005.

v.16, n.4 Atividades de Ciências para a 8a série do Ensino Fundamental: Astronomia, luz e cores
Alberto Antonio Mees, Cláudia Teresinha Jraige de Andrade e Maria Helena Steffani, 2005.

v.16, n.5 Relatividade: a passagem do enfoque galileano para a visão de Einstein
Jeferson Fernando Wolff e Paulo Machado Mors, 2005.

v.16, n.6 Trabalhos trimestrais: pequenos projetos de pesquisa no ensino de Física
Luiz André Mützenberg, 2005.

v.17, n.1 Circuitos elétricos: novas e velhas tecnologias como facilitadoras de uma aprendizagem significativa no nível médio
Maria Beatriz dos Santos Almeida Moraes e Rejane Maria Ribeiro-Teixeira, 2006.

v.17, n.2 A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA)
Karen Espindola e Marco Antonio Moreira, 2006.

v.17, n.3 Introdução ao conceito de energia
Alessandro Bucussi, 2006.

v.17, n.4 Roteiros para atividades experimentais de Física para crianças de seis anos de idade
Rita Margarete Grala, 2006.

v.17, n.5 Inserção de Mecânica Quântica no Ensino Médio: uma proposta para professores
Márcia Cândida Montano Webber e Trieste Freire Ricci, 2006.

v.17, n.6 Unidades didáticas para a formação de docentes das séries iniciais do ensino fundamental
Marcelo Araújo Machado e Fernanda Ostermann, 2006.

v.18, n.1 A Física na audição humana
Laura Rita Rui, 2007.

v.18, n.2 Concepções alternativas em Óptica
Voltaire de Oliveira Almeida, Carolina Abs da Cruz e Paulo Azevedo Soave, 2007.

v.18, n.3 A inserção de tópicos de Astronomia no estudo da Mecânica em uma abordagem epistemológica
Érico Kemper, 2007.

v.18, n.4 O Sistema Solar – Um Programa de Astronomia para o Ensino Médio
Andréia Pessi Uhr, 2007.

v.18 n.5 Material de apoio didático para o primeiro contato formal com Física; Fluidos
Felipe Damasio e Maria Helena Steffani, 2007.

v.18 n.6 Utilizando um forno de microondas e um disco rígido de um computador como laboratório de Física
Ivo Mai, Naira Maria Balzaretti e João Edgar Schmidt, 2007.

v.19 n.1 Ensino de Física Térmica na escola de nível médio: aquisição automática de dados como elemento motivador de discussões conceituais
Denise Borges Sias e Rejane Maria Ribeiro-Teixeira, 2008.

v.19 n.2 Uma introdução ao processo da medição no Ensino Médio
César Augusto Steffens, Eliane Angela Veit e Fernando Lang da Silveira, 2008.

v.19 n.3 Um curso introdutório à Astronomia para a formação inicial de professores de Ensino Fundamental, em nível médio

Sônia Elisa Marchi Gonzatti, Trieste Freire Ricci e Maria de Fátima Oliveira Saraiva, 2008.

v.19 n.4 Sugestões ao professor de Física para abordar tópicos de Mecânica Quântica no Ensino Médio
Sabrina Soares, Iramaia Cabral de Paulo e Marco Antonio Moreira, 2008.

v.19 n.5 Física Térmica: uma abordagem histórica e experimental
Juleana Boeira Michelena e Paulo Machado Mors, 2008.

v.19 n.6 Uma alternativa para o ensino da Dinâmica no Ensino Médio a partir da resolução qualitativa de problemas
Carla Simone Facchinello e Marco Antonio Moreira, 2008.

v.20 n.1 Uma visão histórica da Filosofia da Ciência com ênfase na Física
Eduardo Alcides Peter e Paulo Machado Mors, 2009.

v.20 n.2 Relatividade de Einstein em uma abordagem histórico-fenomenológica
Felipe Damasio e Trieste Freire Ricci, 2009.

v.20 n.3 Mecânica dos fluidos: uma abordagem histórica
Luciano Dernadin de Oliveira e Paulo Machado Mors, 2009.

v.20 n.4 Física no Ensino Fundamental: atividades lúdicas e jogos computadorizados
Zilk M. Herzog e Maria Helena Steffani, 2009.

v.20 n.5 Física Térmica
Nelson R. L. Marques e Ives Solano Araujo, 2009.

v.20 n.6 Breve introdução à Fisica e ao Eletromagnetismo
Marco Antonio Moreira, 2009.

v.21 n.1 Atividades experimentais de Física à luz da epistemologia de Laudan: ondas mecânicas no ensino médio
Lizandra Botton Marion Morini, Eliane Angela Veit, Fernando Lang da Silveira, 2010.

v.21 n.2 Aplicações do Eletromagnetismo, Óptica, Ondas, da Física Moderna e Contemporânea na Medicina (1ª Parte)
Mara Fernanda Parisoto e José Túlio Moro, 2010.

v.21 n.3 Aplicações do Eletromagnetismo, Óptica, Ondas, da Física Moderna e Contemporânea na Medicina (2ª Parte)
Mara Fernanda Parisoto e José Túlio Moro, 2010.