

## MICRO-ONDAS



### 1) *Objetivo Geral*

Conhecer esse eletrodoméstico, sua ação sobre os alimentos e sua influência na saúde das pessoas.

### 2) *Objetivo Específico*

Saber o destino correto e a reciclagem do micro-ondas, além do uso de suas ondas na reciclagem de objetos.

### 3) *Público Alvo:* Ensino Médio

### 4) *Número de Aulas*

O trabalho será realizado em cinco etapas, divididas em aulas a critério do professor.

### 5) *Áreas Contempladas*

#### ✚ Física

- Ondas
- Magnetron
  - Cozimento dos alimentos
- Equações de Maxwell
- Radiação
  - Molécula de água

#### ✚ Temas Transversais

- Meio Ambiente
  - Reciclagem de eletroeletrônicos

#### ✚ Biologia

- Saúde

### 6) *Metodologia Aplicada*

O trabalho será realizado em etapas.

#### *1ª etapa*

Conhecer a história do micro ondas. Para isso, veja esse material:

*Autora: Melanie Grunkraut*

*“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”*

## História do Micro-ondas



Usados para aquecer os alimentos por meio da agitação das moléculas, os fornos microondas surgiram de forma ocasional. Percy Spener era um americano que trabalhava na empresa Raytheon, a qual produzia magnétons para serem utilizados em radares.

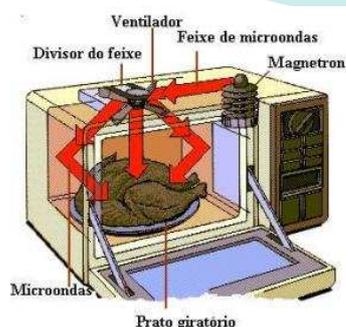
Certa vez, quando estava trabalhando em um radar ativo, Spener sentiu algo estranho e percebeu que sua barra de chocolate havia se derretido em seu bolso. Como Spener era um especialista no assunto, logo percebeu o que havia ocorrido e concluiu: através de ondas, era possível agitar moléculas e, conseqüentemente, aumentar a temperatura dos alimentos.

Em 1946, a empresa em que Spener trabalhava Raytheon, patenteou o processo, e em 1947, construiu o primeiro forno microondas da história. Tal forno pesava 340 kg, tinha quase 1,70m de altura e produzia uma enorme radiação, quase três vezes maior do que a radiação normal de um forno microondas moderno. A pipoca foi o primeiro alimento feito em um forno microondas.

### Sugestão de trabalho

- Pedir aos alunos que pesquisem materiais que podem ou não ser colocados no micro-ondas, justificando.

### 2ª etapa



Aprofundar os conhecimentos sobre o funcionamento do micro-ondas e os seus perigos. Para isso, continue a ler esse material:

*A energia elétrica, na forma de uma corrente alternada (alta e baixa tensão) é transformada em corrente contínua por intermédio de um circuito formado por um transformador, diodos e capacitores.*

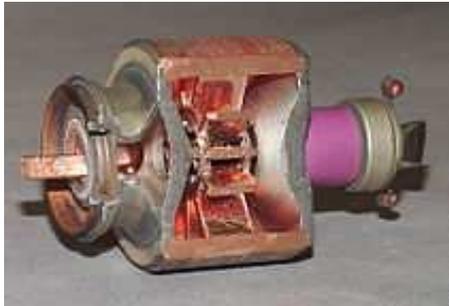
Autora: Melanie Grunkraut

*“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”*

*A corrente que chega do transformador através do triplicador serve para alimentar o magnetron.*

## **O magnetron**

Composição



*Um Magnetron (com a caixa removida).*

*O magnetron é constituído por um ânodo cilíndrico, composto de cavidades, estas encontram-se no eixo de um cátodo de aquecimento. É necessário saber que quanto mais cavidades mais elevado é o seu rendimento. O ânodo e o cátodo são separados por um espaço ao qual se dá o nome de espaço de interação, estando em vácuo. Estas cavidades, ditas "cavidades ressonantes", podem ter formas diferentes de acordo com o magnetron considerado. Encontram-se também dois ímans que são fixados perpendicularmente em relação ao eixo do tubo.*

### **Funcionamento**

*Um campo elétrico contínuo é aplicado entre o ânodo e o cátodo. Este campo tem uma tensão de ordem de vários kV (cerca de 4.000 V), para um espaço de ação de alguns milímetros. Os elétrons liberados pelo cátodo são acelerados pelo campo magnético contínuo. Na ausência de ímans, os elétrons iriam diretamente ao ânodo. Graças ao campo magnético criado pelos dois ímans perpendiculares ao eixo ânodo/cátodo, obtém-se um movimento circular em torno do cátodo, com trajetórias semelhantes a ciclóides.*

*Considera-se que cada elétron é animado de uma velocidade  $v$ . O campo magnético cria, com a nuvem eletrônica, uma força de Laplace que serve para acelerar as ondas. Estas cargas que fluem entre o ânodo e o cátodo vão entrar em interação com as cavidades ressonantes do bloco anódico que se torna o apoio das oscilações eletromagnéticas.*

*Como podemos ver, tendo em conta o exposto acima, a radiação eletromagnética deve-se à vibração dos elétrons nas cavidades ressonantes. Maxwell, em 1865, fez um estudo sobre os fenômenos elétricos e magnéticos chegando às "equações de Maxwell", chegando graças a estas a mostrar que um campo elétrico variável produz um campo magnético variável inverso. As dimensões destas cavidades são calculadas para que as ondas tenham uma frequência de 2450 MHz. Uma parte destas ondas é encaminhada para o guia de ondas ou antena, graças a diversos meios de acoplamento. O guia de onda transmite estas pela cavidade do forno, onde vão permitir cozer os alimentos.*

### **Ação das micro-ondas sobre as moléculas de água**

*Autora: Melanie Grunkraut*

*“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”*



*Forno de micro-ondas de cor prateada.*

*A molécula de água,  $H_2O$ , é formada por um átomo de oxigênio e dois de hidrogênio. Ela é bipolar, o que significa que o baricentro das cargas negativas e o das cargas positivas não coincidem. Isto se deve ao fato do átomo de oxigênio ter maior eletronegatividade que o hidrogênio.*

*Quando sujeita a uma radiação, a molécula de água absorve a energia das ondas eletromagnéticas se estas têm uma frequência que limita as das micro-ondas (2450 MHz). Esta absorção traduz-se numa rotação da molécula de água.*

*As moléculas de água de um alimento em estado normal estão em desordem: não respeitam nenhuma ordem de orientação específica. Mas quando sujeitas a um campo elétrico contínuo os pólos negativos das moléculas de água têm tendência a orientar-se em direção a este último.*

*Quando sujeitas às micro-ondas, as moléculas de água do alimento orientam-se em direção do campo elétrico que compõe estas ondas. Este campo, ao ser alternado, faz com que os pólos orientem-se sucessivamente num sentido e seguidamente no outro, o que resulta em várias mudanças de orientação (cerca de 2.450.000.000 vezes num segundo) ao mesmo ritmo que a onda que oscila 2.450.000.000 vezes por segundo.*

*As fricções entre as moléculas de água criadas por este grande número de rotações libertam calor. Após esta liberação de calor, este se transmite às diferentes camadas do alimento por indução e reaquecimento assim a uma parte do alimento. A quantidade de água não repartida da mesma maneira no alimento faz com que certas partes do alimento fiquem mais ou menos quentes que outros. Mas quando há liberação de calor das moléculas de água, têm tendência a passar do estado líquido ao estado gasoso, o volume de vapor assim produzido não pode necessariamente ser contido no alimento e é por isso que certos alimentos explodem.*

*A molécula de água não é a única a vibrar na presença de micro-ondas, há também os açúcares e as gorduras. Mas o que faz com que a molécula de água seja a única a desempenhar um papel na liberação de calor é a sua dimensão: é a única que é bipolar e que pode girar graças à sua pequena dimensão.*

### ***Penetração das ondas no interior do alimento***

*A penetração das ondas nos alimentos difere em função deste, da sua concentração e composição. Quando um alimento é sujeito a uma radiação de micro-ondas, ele tem tendência a rejeitar uma parte da onda e a armazenar a outra. A parte absorvida é chamada*

*Autora: Melanie Grunkraut*

*“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”*

de energia calorífica e é graças a ela que o alimento aquece. A parte rejeitada é chamada de onda refletida. Para evitar que certas partes do alimento sejam queimadas ou outras fiquem frias é necessário que a distribuição das ondas seja a mesma em todas as zonas do alimento. Para este efeito as paredes da cavidade fazem refletir as ondas e o prato em rotação permite a distribuição homogênea das ondas ao alimento.

### **O cozimento do alimento em relação ao magnetron**

Quando há radiação, as moléculas de água movem-se e ocorre uma liberação de calor, mas esta liberação de calor é sentida apenas no final da radiação. Ou seja, durante a radiação, o calor é gerado graças às fricções, mas esta liberação nunca é dispersada no alimento. Em contrapartida se a radiação for interrompida alguns momentos e retomada, constata-se uma liberação de calor durante a interrupção, que dura ainda alguns momentos após a retomada. É por isso que num forno micro-ondas o magnetron funciona apenas por ciclos. Resumidamente, produz-se bastante micro-ondas para agitar as moléculas durante certo tempo, durante o qual o alimento é aquecido, e em seguida continua até ao final do tempo programado. Em geral numa duração de um minuto o magnetron trabalha durante quatro ciclos de 7,5 segundos.

### **Perigos**



*DVD-R colocado no micro-ondas.*

*Líquidos quando colocados no forno micro-ondas podem superaquecer, causando queimaduras graves no usuário quando retirado do forno.<sup>[1]</sup>*

*Recipientes fechados e ovos podem explodir dentro do forno devido à pressão do vapor. Produtos aquecidos por muito tempo também podem pegar fogo dentro do forno. Objetos metálicos ou condutores quando aquecidos atuam como antenas, resultando em uma corrente elétrica.*

*Qualquer objeto de metal pode criar arco elétrico (faísca) dentro do forno de micro-ondas, isso inclui peças de faqueiro e papel alumínio.*

*Fornos de micro-ondas possuem radiação, mas que só produz risco se o forno for mal-utilizado.*

### **🔧 Sugestão de trabalho**

- Pedir que os alunos pesquisem como se dá o mal uso do micro-ondas e suas consequências.

*Autora: Melanie Grunkraut*

*“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”*

### **3ª etapa**

Saber mais sobre os alimentos cozidos com o micro-ondas, e seus perigos. Veja esse material:

#### **Radiação dos fornos microondas - A prova dos perigos**

---

*Em mais de 90% dos lares americanos tem fornos a microondas usados para preparar refeições, porque os fornos a microondas são muito convenientes e eficazes para economizar energia, se comparado aos fornos convencionais, e em muito poucas casas ou restaurantes eles não são presentes. Em geral, as pessoas acreditam que o que o forno a microondas fez nos alimentos nele cozidos não tem algum efeito negativo nem nos alimentos nem nas pessoas.*

*Naturalmente, se os fornos a microondas fossem realmente nocivos, nossos governantes não permitiriam que fossem vendidos nos supermercados, ou ao invés sim? Apesar do que foi “oficialmente” feito referente aos fornos a micro-ondas nós deixamos de usar os nossos baseados nos fatos pesquisados e evidenciados neste artigo.*

*A finalidade deste relatório é mostrar provas, evidências - que o cozimento em microondas não é natural, nem saudável e é muito mais perigoso para o corpo humano de quanto se possa imaginar. Entretanto, os fabricantes de fornos a microondas, os políticos de Washington, e a simples natureza humana está suprimindo os fatos e evidências. Por isso, as pessoas continuam a usar as microondas para cozinhar seus alimentos - em total ignorância - sem conhecer os efeitos e o perigo desta pratica.*

*Como funcionam os fornos a microondas?*

*As microondas são uma forma de energia eletromagnética, como ondas de luz ou ondas de rádio e ocupam uma parte do espectro da força eletromagnética. Microondas são ondas muito curtas da energia eletromagnética que viaja a velocidade da luz (186,282 milhas/seg). Na nossa atual idade tecnológica, as microondas são usadas para coligar longas distancias como sinais telefônicos, programas televisivos e informações computadorizadas em todo o mundo ou em satélites no espaço. Mas as microondas mais familiares para nós é a fonte de energia para cozinhar alimentos.*

*Cada forno a microondas possui um magnetron, um tubo em que os elétrons são afetados pelo campo elétrico magnético em tal maneira para produzir uma radiação com um micro comprimento de ondas, cerca 2450 Mega Hertz (MHz) ou 2,45 Giga Hertz (GHz). Esta radiação a microondas interage com as moléculas dos alimentos. Cada onda de energia muda a sua polaridade de positiva a negativa em cada ciclo da onda. Em microondas, estas mudanças de polaridade acontecem milhões de vezes a cada segundo. As moléculas do alimento - especialmente as moléculas da água - possuem extremidade positiva e negativa como um ímã que possui os pólos Norte e Sul.*

*Em modelos comerciais, o forno tem uma entrada de energia de aproximadamente 1000 watts de corrente alternada. Enquanto estas microondas geradas pelo magnetron bombardeiam o alimento, elas fazem rotar as moléculas do alimento na mesma frequência*

*Autora: Melanie Grunkraut*

*“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”*

milhões de vezes por segundo. Toda esta agitação cria uma fricção molecular, a qual aquece os alimentos. A fricção também causa um elevado dano nas moléculas vizinhas, frequentemente rasgando-as em partes ou deformando-as completamente. O nome científico para esta deformação é “isomerismo estrutural”.

Pela comparação, as microondas do sol são baseadas nos princípios da pulsação da corrente contínua (DC) que não gera calor ficcional; os fornos a microondas usam a corrente alternada (AC) gerando calor ficcional. Um forno a microondas produz uma onda de energia pontiaguda com toda a potência que entra em somente uma estreita frequência do espectro de energia.

Muitos termos são usados para descrever ondas eletromagnéticas, tais como: comprimento de onda, amplitude, ciclo e frequência.

O comprimento de onda determina o tipo de radiação, isto é, rádio, raios X, ultravioleta, visíveis, infravermelho, etc.

A amplitude determina a extensão do movimento medido do ponto de início.

O ciclo determina a unidade de frequência, tais como ciclos por segundo, Hertz, Hz, ou ciclos/seg.

A frequência determina o número de ocorrências dentro de um dado período de tempo (usualmente 1 segundo). O número de ocorrências de um processo decorrente por unidade de tempo, isto é, o número de repetições dos ciclos por segundo.

Radiação = propagação de energia com ondas eletromagnéticas.

A radiação, como definida pelas terminologias da física, pode ser definida como “as ondas eletromagnéticas emitidas pelos átomos e moléculas de uma substância radioativa como consequência da deterioração nuclear.” a radiação provoca a ionização, o que ocorre quando um átomo neutro ganha ou perde elétrons. Em poucas palavras, um forno a microondas deteriora e altera a estrutura molecular dos alimentos com o processo de radiação. Se os fabricantes tivessem chamado estes fornos de “fornos de radiação“, é duvidoso se eles teriam vendido pelo menos um. Mas aquilo é exatamente o que um forno a microondas é.

Disseram-nos que alimentos cozidos em fornos de microondas não são o mesmo que irradiados (tratados com radiação). Os dois processos são pensados para usar ondas de energia totalmente diferentes em diferentes intensidades. Nem o FDA ou estudos oficiais realizados pelos órgãos governativos provaram que o uso frequente dos fornos a microondas é nocivo, mas todos nós sabemos que a validade dos estudos pode ser - e são às vezes propositalmente - limitada. Muitos destes estudos foram mais tarde provavelmente considerados incorretos. Como consumidores, nós somos pressupostos de haver bom senso para usar e julgar.

Tomando como exemplo os ovos e como eles eram “provavelmente“ considerados nocivos para a nossa saúde nos distantes anos '60. Isto provocou a fabricação de produtos para substituir os ovos, e deu grandes lucros aos seus fabricantes, enquanto os produtores de ovos

Autora: Melanie Grunkraut

“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”

foram à falência. Agora, e depois de tudo, recentes estudos patrocinados pelos órgãos governativos estão afirmando que os ovos não são nocivos para a nossa saúde. Então, em quem devemos confiar e qual critério devemos usar para decidir as questões referentes à nossa saúde? Desde quando foi publicado que as ondas dos fornos a microondas não se propagam no meio ambiente, quando adequadamente usado e com um design aprovado, a decisão encontra-se em cada consumidor a respeito de escolher ou não de comer alimentos aquecidos por um forno a microondas ou mesmo de comprá-lo na primeira loja que o encontre.

### Sugestão de trabalho



- Existem diferenças no cozimento dos alimentos quando se usa o forno a lenha, a gás e o micro-ondas? Justifique.

#### 4ª etapa

Saber da aplicação das micro-ondas na reciclagem do e-lixo. Veja esse texto:

#### **Micro-ondas transforma plástico em petróleo**

Uma empresa americana desenvolveu uma técnica para reciclar plásticos que os transforma novamente em petróleo e gás natural, suas matérias-primas

O processo usa emissões de microondas especialmente ajustadas para desmembrar os polímeros plásticos em hidrocarbonetos mais simples. Além de reaproveitar as toneladas de plástico descartadas diariamente na natureza, o procedimento facilita a remoção de metais e outras substâncias embutidas.

Segundo o site da revista científica New Scientist, o processo criado pela Global Resource Corporation (GRC) usa cerca de 1,2 mil frequências de microondas diferentes. Cada uma delas age em um hidrocarboneto específico, que se transforma em óleo diesel ou gás combustível. A máquina é chamada de Hawk-10 e pode ser produzida em vários tamanhos.

Tudo o que não for hidrocarboneto será deixado intocado, o que inclui metais e silício. Com isso, é possível reciclar também as partes metálicas do lixo tecnológico. Jerry Meddick, diretor da GRC, dá um exemplo simples: "Imagine um pedaço de fio de cobre comum. É um longo e fino cilindro de cobre recoberto por um tubo plástico. Com a máquina, podemos retirar a capa de plástico e transformá-la em óleo e gás, enquanto o cobre fica livre de qualquer impureza".

O processo pode, portanto, facilitar a reciclagem de metais, também. Da mesma forma, alimentando o Hawk-10 com aproximadamente nove quilos de pneus velhos, produz-se 4,5 l

*Autora: Melanie Grunkraut*

*“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”*

de diesel, 1,4 m<sup>3</sup> de gás combustível, 1 kg de aço puro e 3,4 kg de resíduo carbônico de alta qualidade que pode ser usado em pigmentos.

Embora produza óleo diesel e por isso não colabore diretamente para reduzir a emissão de CO<sub>2</sub> na natureza, a técnica cria uma nova fonte de energia baseada em lixo e ainda reduz a necessidade de aterros sanitários para depositar os dejetos tecnológicos.

Segundo o site ambientalista World Scrap, a máquina é capaz de se auto-alimentar com o próprio gás que produz, é 100% livre de emissões e não produz nenhum resíduo poluente. O próprio CO<sub>2</sub> produzido na queima do gás é realimentado para a entrada e reprocessado.

Além do benefício ambiental e dos ganhos com produção de energia e reciclagem de metais, o processo pode reduzir custos operacional em atividades que produzam lixo tecnológico em grandes quantidades. A redução do chamado e-waste (lixo eletrônico) podem proporcionar até a redução de impostos em alguns países.

As patentes sobre o processo ainda estão pendentes, mas a GRC já comercializa o produto.

Fonte: Cajú Eventos - [www.cajueventos.com.br](http://www.cajueventos.com.br)

#### Sugestão de trabalho

- Pesquisar a veracidade desse e de outros usos das ondas de micro-ondas.

#### 5ª etapa

Conhecer mais sobre a logística e a reciclagem dos fornos de micro-ondas. Veja esse material:

#### ***Que fazer com um forno de microondas usado, que já não tem mais conserto?***

*O melhor é encaminhá-lo para a reciclagem. As cooperativas de coleta seletiva recolhem o aparelho junto com o lixo reaproveitável, desmontam o forno e vendem suas peças para recicladoras.*

*“Não tem perigo de contaminação por radiação. Quando o forno é desligado, fica totalmente incapacitado, não emite radiação acidentalmente”, afirma Mário Leite Pereira Filho engenheiro do Laboratório de Equipamentos Eletrônicos e Ópticos do IPT.*

#### Sugestão de atividade

- Visita a uma cooperativa de reciclagem de lixo eletrônico.

#### 7) ***Produto Final***

-  Criar uma maquete de um forno de Micro-ondas.

*Autora: Melanie Grunkraut*

*“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”*



- ✚ Livro de Receitas com o uso do Micro-ondas.
- ✚ Pesquisar Verdades e Mitos sobre o Micro-ondas.

#### 8) *Sites Pesquisados*

- ✚ <http://www.historiadetudo.com/microondas.html>
- ✚ [http://pt.wikipedia.org/wiki/Forno\\_de\\_micro-ondas](http://pt.wikipedia.org/wiki/Forno_de_micro-ondas)
- ✚ <http://www.parolima.com/Saude048.htm>
- ✚ <http://100xnatural.com/forum/index.php/topic,213.0.html>
- ✚ <http://www.setorreciclagem.com.br/modules.php?name=News&file=print&sid=578>
- ✚ [http://www.unitau.br/scripts/unitau\\_reciclando/dicas.html](http://www.unitau.br/scripts/unitau_reciclando/dicas.html)
- ✚ <http://cybercook.terra.com.br/microondas.php>
- ✚ <http://tudogostoso.uol.com.br/microondas.php>

#### 9) *Autoria: Melanie Grunkraut*

*Autora: Melanie Grunkraut*

*“Pense no Meio Ambiente. Só imprima este documento se for realmente necessário”*