

O enigma do bolo da caneca



A química

A física

O forno microondas

desvendam o enigma

O Bolo

Ingredientes!

(Para 3 bolos)

125 g de farinha com fermento (para bolos)
150 g de açúcar
25 g de cacau

3 ovos
3 colheres de sopa de leite
3 colheres de sopa de óleo

1 - Numa tigela misture bem a farinha com o açúcar e o cacau. Divida a mistura em 3 partes (100 g cada). Pode guardar algumas semanas num frasco ou num saco de plástico.

2 - Na altura em que lhe apetecer fazer o bolo, deite numa caneca (que possa ir ao micro-ondas) uma parte da mistura, 1 ovo, 1 colher de sopa de leite e 1 colher de sopa de óleo. Com um garfo misture bem. Leve ao micro-ondas cerca de 2 minutos (potência máxima).

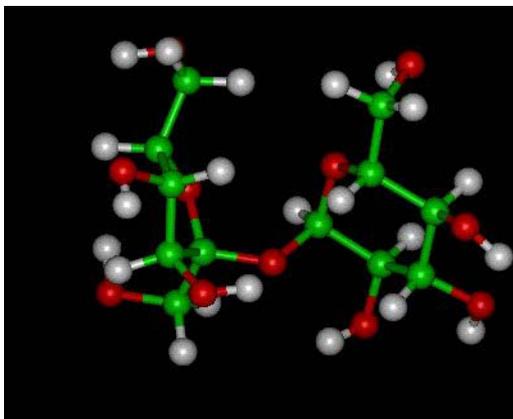
A QUÍMICA DESVENDA

A farinha e o fermento...

A farinha de trigo tem diferentes componentes, nomeadamente amido, açúcares, proteínas, gorduras, sais minerais e água. Diferentes farinhas têm diferentes proporções destes componentes. Vamos considerar o caso das proteínas, a sua presença na farinha pode ter valores bastante variáveis, de cerca de 8% até cerca de 14%. Quando se junta um líquido, como água ou leite, à farinha estas proteínas vão ligar-se entre si e formar como que uma rede (gluten) forte e elástica. Consoante a preparação culinária que estamos a fazer é desejável ou não que esta rede se forme. Ela é desejável quando fazemos pão, ou massa folhada, mas não é desejável quando fazemos um bolo, uma massa de tarte, crepes ou scones, pois torná-los-ia duros. A farinha que se vende com fermento, que normalmente é usada para bolos, tem um baixo conteúdo em proteínas o que vai dificultar a formação desta rede.

A farinha nesta receita já tem fermento. Este é formado por bicarbonato de sódio (uma base) e um ácido em quantidade suficiente para reagirem entre si. O fermento em pó ainda tem amido que serve para manter estes dois componentes separados e os manter secos, pois vai absorver a humidade do ar, impedindo assim que reajam entre si. Quando se mistura o fermento com um líquido contendo água dá-se uma reacção química entre o bicarbonato e o ácido e novos produtos se formam. Esta reacção dá-se mais rapidamente a quente.

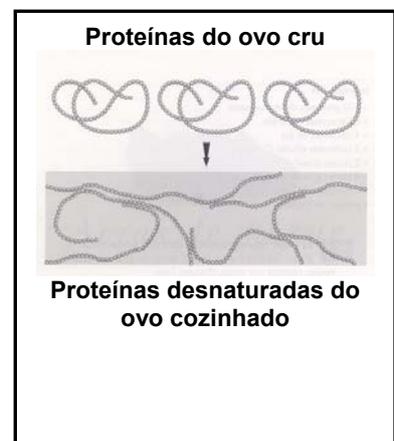
Experimente misturar um pouco de fermento para bolos com água fria e depois com água quente e compare o que acontece. O aspecto mais importante desta reacção é a formação de dióxido de carbono, um gás, produzindo milhões de bolhinhas que vai contribuir para tornar os bolos mais leves.



Sacarose

O açúcar...

O açúcar, além da sua função mais óbvia de adoçante, também vai contribuir para que se obtenha um bolo com uma textura mais macia e húmida. As moléculas de açúcar (sacarose) ligam-se a moléculas de água e mantêm-nas nos bolos não os deixando secar. O açúcar vai também fazer com as proteínas da farinha tenham mais dificuldade em se ligar entre si, pois vai ligar-se a estas. Por outro lado, ao atrair as moléculas de água, deixando-as menos disponíveis para interagirem com o amido, o bolo também solidifica mais tardiamente deixando tempo para o fermento actuar e o bolo ficar mais esponjoso. É por isso que quando reduz a quantidade de açúcar numa receita o bolo se torna mais denso e seco.



Os outros ingredientes...

Cacau

O nome da planta tropical que dá o cacau é *Theobroma Cacao*. *Theobroma* significa “alimento dos deuses”. O cacau vai dar um sabor intenso a chocolate.

Leite

O leite vai fornecer água, para além da existente nos ovos, que vai contribuir para tornar o bolo mais húmido. Contribui também com mais proteínas e o sabor.

Óleo

O óleo, além do sabor, também impede que o gluten se forme, pois vai envolver as proteínas da farinha, impedindo que elas se liguem entre si. Vai portanto contribuir também para o bolo ficar mais macio.

A Física desvenda...

As qualidades de um bolo esponja

Se é húmido e leve e se “derrete na boca” uma delícia.

Para ser leve.... é necessário que tenha uma substância gasosa bem misturada na massa, o que significa que a massa tem de conter muitas e muitas bolhas pequeninas.

Para “derreter na boca” ...as paredes finas das bolhas têm de se dissolver rapidamente na boca. Este papel é o da gordura, quer seja óleo ou manteiga sem sal. As paredes frágeis são reforçadas por agentes que as segurem (papel da farinha e dos ovos). As proporções entre os ingredientes tem de ser adequada..

A temperatura do forno e o tempo de cozedura dependem do tipo de forno.

Lá iremos.....



O que controlar para atingir o sucesso?

Velocidade com que o fermento gera CO_2 dentro de uma gama larga de temperatura.

Quantidade de CO_2 produzida pelo fermento

Velocidade com que a massa do bolo aquece

Velocidade com que as proteínas do ovo desnaturam e endurecem a massa.



Como agir?

Pré aquecer o forno ou utilizar o microondas

Assegurar que a farinha e o fermento estejam bem misturados com a gordura para que o bolo se agarre aos lados da forma e ao fundo.

Mal se misturem os ingredientes pôr a massa no forno.



Para artistas: A temperatura do forno e o tempo de permanência deve ser tal que as proteínas comecem a coagular antes das bolhas crescerem e rebentarem.....



Condução e convecção

Quer a condução quer a convecção podem ser explicados através da interacção das partículas intervenientes.

*

A **condução** é um processo lento, não existe movimento dos materiais de que são feitos os sistemas. Uma panela em cima do lume transfere energia por condução, para os alimentos, a água, ou o óleo que estiver dentro. A grandeza que define a quantidade de energia que atravessa a unidade de área do material, com uma espessura de uma unidade de comprimento é a **conductividade térmica**.

Os metais são bons condutores térmicos, mas a água pura, o ar, e os materiais utilizados nas pegas das panelas são maus condutores térmicos. Quando a temperatura não é uniforme em todo o alimento, há transferência de energia por condução até que o sistema esteja todo a uma mesma temperatura, isto é até se atingir o equilíbrio térmico



A **convecção** é um processo de transferência de energia, efectuado, em geral, por materiais líquidos e por gases em movimento. Há, por isso transporte de matéria. Nos fornos convencionais o aquecimento é feito pelo ar, por um processo de convecção, o mesmo acontece quando cozemos um alimento, ou o fritamos.

Os líquidos através dos quais é transportada a energia de um sítio para outro é a água, num caso, e o óleo no outro. Existem fornos onde a convecção, pelo ar é forçada, dispondo para isso de uma ventoinha, e conseguindo uma temperatura mais uniforme.

Quando um fluido é aquecido, a porção mais próxima da fonte térmica aquece

Primeiro do que a restante, aumentando assim de volume e baixando, por isso a sua densidade.

O restante fluido a uma temperatura mais baixa, e portanto menos denso desce, obrigando o mais quente a subir. Formam-se, assim movimentos no fluido que se chamam correntes de convecção.



A **radiação** é a própria energia que se propaga.

A fonte principal de radiação provém do Sol. Qualquer corpo , pelo facto de estar a uma dada temperatura emite radiação.

A radiação infravermelha proveniente de uma lâmpada especial é utilizada para grelhar alimentos.

As microondas, por sua vez, são geradas num magnetron (um dos constituintes do forno de microondas)



Propriedades da radiação microondas

:

Como qualquer radiação electromagnética transporta energia à velocidade de 300 000 km/s, no vazio.

A frequência das microondas que se utiliza nos fornos é de 2,45 GHz.

Os fornos têm uma potência útil máxima da ordem de 1 kW.

Na interacção com a matéria, tal como qualquer onda electromagnética pode acontecer:

Reflexão: acontece nas paredes dos microondas e na superfície dos alimentos.

Refracção : O ar é transparente às microondas, os recipientes adequados a este tipo de fornos devem igualmente ser transparentes. Um meio transparente não aquece.

Absorção : Acontece quando parte da energia da radiação é retida no interior dos alimentos e transformada de diferentes modos de acordo com as propriedades eléctricas dos alimentos

Interferências: sobreposição das diferentes ondas reflectidas pelas paredes do forno, dando lugar a zonas de máximos e mínimos de intensidade das microondas. As microondas reflectidas pelas paredes do forno interferem originando zonas onde a intensidade da radiação é muito elevada e outras zonas onde é muito fraca.

O que interessa quando se cozinha?

Que os alimentos absorvam a radiação microondas e que essa energia seja transformada em calor , para elevar a temperatura dos alimentos.

As microondas, por serem uma radiação electromagnética, aquecem os alimentos sem necessidade de um meio intermédio para transferir energia. Deste modo aquecem em simultâneo a superfície e o interior dos alimentos.

Como aquecem as microondas?

As microondas ao atravessar os alimentos alteram as suas propriedades eléctricas de dois modos diferentes

- Alterando o comportamento dos alimentos polares.
A água é a mais afectada, pois é uma substância altamente polar e existe em grande quantidade na maioria dos alimentos
- Originando correntes eléctricas de iões ,em soluções iónicas. Acontece quando os alimentos contêm sal.

Se a água se encontrasse livre no meio da radiação (microondas) os seus dipolos tenderiam a girar ora num sentido ora noutro à frequência das microondas: $2,45 \times 10^6$ vezes por segundo, mas esta não aquecia. Uma vez que a água está no interior dos alimentos os seus movimentos são amortecidos. A acção deste amortecimento pode considerar-se equivalente à acção dos atritos, aquecendo os alimentos rapidamente.

A condução dos iões na solução aquosa origina uma resistência eléctrica que é acompanhada de dissipação de energia como calor

A diferença entre estes dois mecanismos de aquecimento dos alimentos é grande: A interacção da radiação com os dipolos da água , penetra a uma profundidade de cerca de 2 cm, o que equivale a dizer que um alimento com a espessura de 4 cm é aquecido por igual simultaneamente.

A energia térmica proveniente da condução iónica tem uma fraca penetração. Constitui como que uma barreira à penetração da energia, sendo por isso mais difícil controlar o aquecimento por igual. No interior da barreira de condução as ondas não penetram impedindo o aquecimento, embora a barreira salina aqueça muito.

A utilização de óleo ou de uma manteiga **sem sal** impede que se forme essa barreira de condução permitindo que a energia atravessasse facilmente todo o bolo.

Para além destes dois mecanismos as propriedades térmicas dos alimentos, como a sua capacidade térmica influenciam a rapidez de aquecimento.

As gorduras e os açúcares de capacidade térmicas baixas , para a mesma quantidade de energia recebida, e para a mesma massa de alimento aumentam mais a sua temperatura: aquecem bem .

Caramelizar pipocas é difícil no microondas: O açúcar aquece tão depressa que quando as pipocas começam a saltar ele já está queimado.

O valor da conductividade térmica dos alimentos tem pouca importância quando se utiliza o microondas uma vez que o processo de aquecimento é muito rápido e o processo de condução é lento..



Bibliografia

S. O. Corriher, "CookWise", Morrow, 1997

A. Gardiner, S. Wilson and the Exploratorium, "The Inquisitive Cook", Owl Books, 1998

H. Hillman, "Kitchen Science", Houghton Mifflin, 1981

P. Barham, "The Science of Cooking", Springer, 2000

Paulina Mata , Adelaide Bello