

# A Origem da Escala de Temperatura Celsius



Por Gilberto Carlos Fidélis

A temperatura é sem dúvida a grandeza externa mais importante para os metrologistas em função da influência e na alteração provocada nos resultados das medições. Como exemplos podemos citar que a variação de temperatura faz aumentar ou diminuir o comprimento de uma peça metálica, assim como faz uma balança indicar a mais ou a menos durante a medição de uma massa, provocando, em ambos os casos, erros de medição. Portanto, conhecer um pouco sobre esta grandeza passa a ser fundamental. Neste texto compartilharemos a genialidade e criatividade de Celsius, um dos cientistas mais importantes já conhecidos, que desenvolveu a escala de temperatura que leva o seu próprio nome. O conhecimento da criação desta escala nos ajuda a entender pontos importantes da medição da temperatura.

Em 1742 o astrônomo Anders Celsius publicou um trabalho no “Kungliga Swenska wetenskaps Academiens Handlingar”, nos anais da Academia Real de Ciências Sueca, intitulado “Observações sobre dois graus persistentes de um termômetro”. Este trabalho foi a origem da escala de temperatura Celsius.

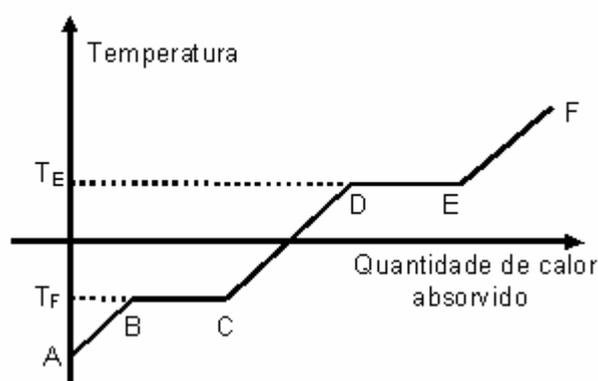
Astrônomo sueco, nascido em 27 de novembro de 1701 em Uppsala, e falecido em 25 de abril de 1744 na mesma cidade. Na família de Anders Celsius, a ciência não foi um assunto estranho. O seu pai e o seu avô eram matemáticos.

Apesar de morrer “jovem”, sob o olhar contemporâneo, Celsius viveu o suficiente para fazer importantes contribuições em várias áreas do conhecimento. O principal interesse de Celsius era a Astronomia. O trabalho mais conhecido de Celsius, porém, não está ligado à Astronomia, mas sim à medição da temperatura. Celsius é mais reconhecido relacionado ao trabalho de desenvolvimento da escala termométrica, inicialmente denominada de escala centígrada.

Depois de fornecer uma base para os vários modos de expressar a temperatura usados naquela época, Celsius apresentou seus experimentos com dois pontos fixos para a escala de temperatura: a temperatura em que se degela a neve ou o gelo e a temperatura que a água ferve.

A idéia de usar o ponto de solidificação da água como um ponto de calibração de temperatura não era nova e já tinha sido sugerida por Réaumur e Newton, assim como por

cientistas contemporâneos menos conhecidos como Martins, Weitbrecht e Poleni. Contudo, Celsius usou o ponto de fusão em vez do ponto de solidificação da água pura.



Cada trecho do diagrama indica:  
 AB - somente sólido  
 BC - sólido em fusão + líquido  
 CD - líquido  
 DE - líquido em ebulição + vapor  
 EF - vapor  
 $T_F$  - temperatura de fusão  
 $T_E$  - temperatura de ebulição.

Figura 2. A mudança de estado físico de uma substância pura.

Apesar de uma escala semelhante ter sido usada anteriormente, foi a famosa observação de Celsius a respeito dos dois 'graus constantes' no termômetro, definidas em 1742, que conduziu a sua aceitação geral. Como os 'graus constantes', ou pontos fixos, ele escolheu os pontos de fusão e ebulição da água pura, chamando o ponto de ebulição de ponto zero, e o de fusão de ponto cem. Como existiam cem graduações entre esses dois pontos de referência, o termo original para este sistema foi centígrado (100 partes) ou centésimos. O presente sistema, com a escala invertida conforme mostra a figura 2 foi proposta por Linnaeus, ou talvez Daniel Ekström, o construtor da maior parte dos termômetros usados por Celsius.

“Este experimento”, Celsius escreve referindo-se a colocar o termômetro na neve derretendo, “Eu repeti várias vezes durante dois anos em todos os meses do inverno, em todos os tipos de climas e durante diferentes mudanças barométricas e sempre encontrei

No gráfico da figura 2 pode-se observar como acontece a mudança de estado de uma substância pura. Durante a fusão e a ebulição a temperatura permanece constante. Este fenômeno é evidenciado pelos patamares BC e DE no gráfico. Enquanto a substância continua a receber energia na forma de calor, a temperatura não muda nestes trechos. A temperatura permanece constante porque toda a energia recebida pela substância é empregada para separar as moléculas durante a mudança de estado, de forma que o nível de vibração destas permanece constante durante esse processo.

Muitos laboratórios que realizam a calibração de termômetros utilizam gelo fundente como um dos pontos de calibração, geralmente facilmente obtido e a custo muito baixo.

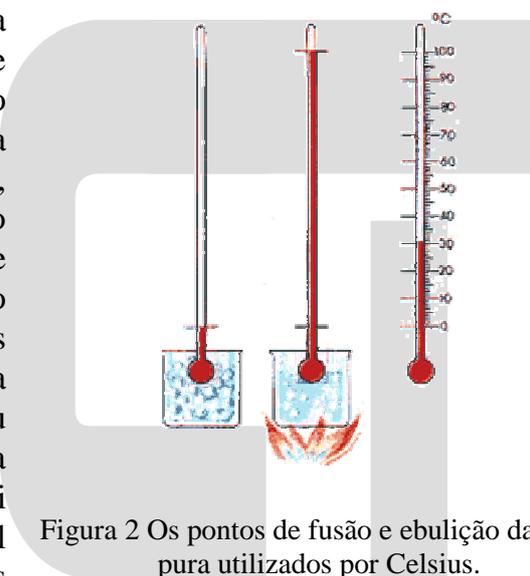


Figura 2 Os pontos de fusão e ebulição da água pura utilizados por Celsius.

precisamente o mesmo ponto no termômetro... Quando o inverno era rigoroso eu levava a neve para o meu quarto e colocava-a em cima do fogo até que começasse a degelar...”

Além disso, usando um dos termômetros de Réaumur, Celsius encontrou, dentro do erro experimental, o mesmo ponto de solidificação tanto em Uppsala (latitude 60° N) como em Tornea (latitude 66° N) que Réaumur encontrou em Paris.

O segundo ponto fixo foi mais complicado. “Em relação ao segundo ponto fixo”, escreve Celsius, “é sabido que a partir do momento em que a água começa a ferver, não tomará nenhum grau considerável de calor mesmo que continue fervendo por longo tempo; dessa forma o mercúrio no termômetro continuará no mesmo ponto, apesar das objeções do Sr. Taglini”.

Entretanto, a intensidade da fervura podia afetar o ponto de calibração até certo grau e Celsius propôs um método padronizado para a determinação. Ele também observou que quando o termômetro é tirado da água fervente, o nível do mercúrio primeiro sobe um pouco antes de se retrair. Para explicar este fenômeno, Celsius sugeriu que o tubo de vidro se contraia antes do mercúrio começar a esfriar.



Figura 3. Um termômetro com a escala criada por Celsius.

Por volta de 1800, as pessoas começaram a se referir ao termômetro como “o termômetro de Celsius”. Pela sua simplicidade, tal escala viria a tornar-se praticamente universal.

Na figura 3 é apresentado um termômetro típico fabricado na época. Durante muito tempo, foi chamada de escala centígrada. Em 1948, o nome do sistema foi oficialmente modificado para Celsius durante a 9ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CR 64), tanto em reconhecimento a Celsius como para eliminar a confusão causada pelo conflito de uso do prefixos centi do SI – Sistema Internacional de Unidades. Portanto, não é conveniente dizer "graus centígrados" e sim "graus Celsius".

Enquanto que os valores de fusão e evaporação da água são aproximadamente corretos, a definição original não é apropriada como um padrão formal: ela depende da definição da pressão atmosférica padrão, que por sua vez depende da própria definição de temperatura. A definição oficial atual de Celsius estabelece o valor de 0,01°C como o ponto triplo da água, e 1 grau Celsius como sendo 1/273,16 da diferença de temperatura entre o ponto triplo da água e o zero absoluto. Esta definição garante que 1 grau Celsius representa a mesma diferença de temperatura que 1 kelvin.

A idéia proposta por Celsius de usar a mudança de estado de uma substância pura como valor de referência para a temperatura é utilizada até hoje e é a base da atual escala internacional de temperatura. Toda substância pura muda de estado à temperatura constante.

Gilberto Carlos Fidélis. Gerente de Capacitação do Centro de Educação, Consultoria e Treinamento – CECT. Moderador do Clube da Metrologia e Qualidade (gcfidelis@cect.com.br).