



**Danilo C. Moreira**

E-mail: moreira.dancesar@gmail.com

**Alessio T.B. Celeste**

E-mail: alessio.tony@ifsertao-pe.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, Petrolina, PE, Brasil

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de construir um aparelho eletrônico relativamente simples e de baixo custo que possa ser aplicado em um laboratório de ensino de ciências. O aparelho consiste de um termômetro digital. A ideia é que durante a construção sejam transmitidos conhecimentos relacionados com termodinâmica e eletricidade. A maioria dos termômetros utilizados nos laboratórios de ensino são os termômetros de mercúrio, e um dos motivos é porque eles possuem custo relativamente baixo. O princípio físico de funcionamento destes termômetros se baseia na leitura da coluna de mercúrio a partir de uma escala (régua) graduada após o mercúrio sofrer uma dilatação térmica quando em contato e equilíbrio térmico com a substância na qual se deseja saber o valor da temperatura. Outros tipos de termômetros utilizam outras propriedades termométricas como para calibração, por exemplo; os termômetros de resistência usam resistências elétricas; os termômetros a gás a volume constante, usam a pressão de um gás, e assim por diante. Como se sabe, os instrumentos de medidas digitais são geralmente mais fáceis de usar porque proporcionam uma leitura mais rápida e direta. Desta forma optamos por construir um termômetro digital a partir de um multímetro digital e um sensor de temperatura. No mercado existem diversos tipos de sensores de temperatura baseados em semicondutores. Nosso propósito basicamente será usar o sensor de temperatura LM35 fabricado pela National Semiconductor. A vantagem deste tipo de sensor é que ele é de fácil manuseio e exige poucos aparatos eletrônicos para que funcione, pois o circuito usual é bastante simples, necessitando apenas do sensor propriamente dito, um sistema amplificador de sinal e de uma interface que realize a leitura do sinal amplificado. Esse sensor é usado em muitas aplicações: ter-

mômetros para câmeras frias, controles de temperatura de máquinas, aquisição de dados para pesquisas, proteção para dispositivos industriais (motores, inversores, fontes), etc. O LM35 é apresentado com vários tipos de encapsulamentos, sendo o mais comum o TO-92, que mais se parece com um transistor, e oferece ótima relação custo benefício, por ser o mais barato dos modelos e propiciar a mesma precisão dos demais. A grande diversidade de encapsulamentos se dá devido a alta gama de aplicações deste integrado. Utilizaremos como interface para o LM35 um multímetro digital. A comunicação entre o sensor e o multímetro digital será realizada por meio de uma placa *protoboard* e cabos de conexão, e o circuito será alimentado por uma bateria de 9 V. Na Fig. 1 são mostrados os materiais necessários para a construção do nosso termômetro.

Como se pode ver na Fig. 1, temos um multímetro digital, um *mini-protoboard*, uma pilha de 9 V, um sensor, um resistor e cabos de conexão. É importante destacar que nosso termômetro digital medirá valores lineares de temperatura na escala Celsius dentro da faixa de temperatura – 55 °C até 150 °C, com frações de temperatura de 0,25 °C.



Figura 1 – Materiais necessários para a construção do termômetro.

A proposta deste trabalho é transmitir alguns conhecimentos básicos sobre ciência e tecnologia através da construção de um termômetro digital relativamente simples e de baixo custo que possa ser aplicado em um laboratório de ensino. A ideia é que durante a construção sejam transmitidos conhecimentos relacionados com termodinâmica e eletricidade.

## Construindo o termômetro

Explicaremos agora a função de cada componente mostrado na Fig. 1. A pilha de 9 V fornecerá a energia para o circuito; o mini-*proto-board* será usada para fazer as ligações elétricas, as placas de *proto-boards* são muito usadas em montagens de circuitos microeletrônicos; os cabos de conexão para fazer as ligações dos componentes no *proto-board*; o resistor de 2,6 k $\Omega$  será usado para converter a leitura do valor da temperatura na escala Celsius; o sensor de temperatura será usado para medir a temperatura do ambiente, e o multímetro digital será usado para fornecer a leitura da temperatura.

Mostraremos em detalhes como fazer a montagem do aparelho; esses procedimentos são úteis em uma aula experimental de circuitos elétricos. O primeiro passo é fazer a ligação da pilha ao *proto-board*, para que ela alimente o circuito. Isso é feito através de dois cabos de conexão (que são condutores de eletricidade) em dois pontos distintos do *proto-board*, como mostrado na Fig. 2. Observe que prendemos a pilha ao mini-*proto-board* com uma fita branca adesiva. Os sinais “+” e “-” representam a polaridade da pilha.

Observando detalhadamente o lado direito da Fig. 2, no *proto-board*, para cada linha de pontos em uma mesma vertical, temos o mesmo valor do potencial elétrico (ou mesma tensão elétrica), ou seja, esses pontos estão ligados em série, e isto se deve à própria construção da placa de *proto-board*. O próximo passo é encaixar o sensor de temperatura. Como se pode ver na Fig. 3, o sensor de temperatura possui três pinos.

Observe que a parte plana do sensor está apontada para os cabos e a parte “redonda” está apontada para o outro lado. Conecta-se em seguida o multímetro digital ao circuito, conforme é apresentado na Fig. 4. O mostrador do multímetro digital será usado para apresentar o valor da temperatura fornecido pelo sensor. É bom lembrar que o multímetro digital é alimentado por baterias próprias. A finalidade dele é exclusivamente proporcionar uma fácil leitura da temperatura no seu

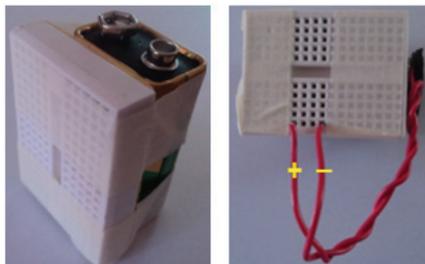


Figura 2 – Conexão da pilha ao *proto-board*.



Figura 3 – Sensor de temperatura conectado ao *proto-board*.

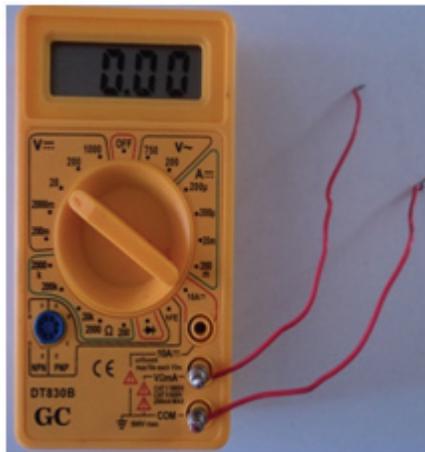


Figura 4 – Ligação dos cabos de conexão ao multímetro digital.

mostrador digital.

Finalmente, na Fig. 5 é mostrado como ficou o nosso termômetro digital após a montagem.

## Escala de temperatura

Na construção do termômetro, o mostrador do multímetro apresenta um valor de temperatura que não coincide com as escalas termométricas conhecidas, por exemplo, a escala de temperatura Celsius. Poderíamos medir dois valores diferentes de temperatura com o termômetro construído de modo a conseguir uma rela-



Figura 5 – Termômetro com multímetro digital.

ção matemática entre esta escala de temperatura e a escala de Celsius. Esse procedimento é o mesmo daquele adotado nas aulas de termometria do Ensino Médio, com as escalas de temperaturas Celsius e Fahrenheit, onde lá se adota geralmente os pontos médios de fusão (0 °C/32 °F) e ebulição (100 °C/312 °F) da água à temperatura atmosférica de 1 atm.

No entanto, para resolver esta dificuldade, inserimos um resistor de 2,6 k $\Omega$  ao circuito montado. Com esse valor de resistência o mostrador do multímetro apresentará o valor da temperatura do ambiente na escala Celsius de temperatura. Na Fig. 6 vemos como ficou a conexão do resistor ao circuito elétrico. Observe que na figura estão indicadas todas as polaridades.

## Realizando medições de temperatura

Nesta seção serão mostradas algumas medidas de temperatura realizadas com o termômetro digital construído e por um termômetro de mercúrio. As medidas foram feitas ao mesmo tempo em uma sala de aula e admite-se que o ambiente e os termômetros estão em equilíbrio térmico entre si. A Fig. 7 mostra o termômetro digital sem o resistor; observe o valor apresentado no mostrador (248) e compare na mesma figura com o valor na escala do termômetro de mercúrio, aproximadamente 27 °C (27  $\pm$  0,5 °C).

Quando inserimos o resistor de 2,6 k $\Omega$  no circuito do termômetro digital (Fig. 8), vemos que os valores de temperatura dos dois termômetros coin-

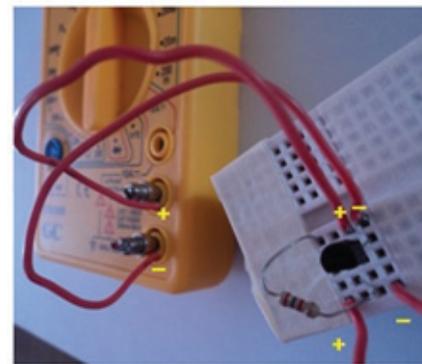


Figura 6 – Conexão do resistor de 2,6 k $\Omega$  ao circuito.



Figura 7 – Comparação de temperaturas (sem o resistor).

cidem. Na escala do termômetro de mercúrio, o valor de temperatura lido é aproximadamente  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $27 \pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), e no termômetro digital construído com o resistor, a leitura é de 26,6, significando que a temperatura tem o valor de 26,6 graus na escala Celsius. O termômetro com o sensor e o multímetro digital, além



Figura 8 – Comparação de temperaturas (com o resistor).

de proporcionar uma leitura mais rápida, informa valores de temperatura mais precisos.

### Conclusão

Este trabalho teve por finalidade transmitir e aprofundar conhecimentos científicos e tecnológicos principalmente nas áreas de termodinâmica e eletricidade a partir de uma metodologia simples e ilustrativa durante o processo de construção de um termômetro digital simples, de baixo custo e ao mesmo tempo confiável. O trabalho serve de incentivo ao ensino prático e a pesquisa básica aplicada na formação do aluno.

### Agradecimentos

Danilo C. Moreira agradece ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Tecnológica PIBIT/IF Sertão, PE/CNPq. Alessio T.B. Celeste agradece ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência PIBID/IF Sertão, PE/CAPES e ao Programa de Fortalecimento das Licenciaturas PRODOCÊNCIA/IF Sertão, PE/CAPES.

### Saiba mais

- [1] C.S. Calçada, J.L. Sampaio, *Física Clássica* (Atual, São Paulo, 1998), v 3, 2ª ed.
- [2] Milton Gussow, *Eletricidade Básica* (McGraw-Hill, São Paulo, 1985), 2ª ed.
- [3] Manual do LM35, disponível em <http://www.national.com/ds/LM/LM35.pdf>. Acesso em 19/9/2011.