

# O uso do microcontrolador Arduino no ensino militar

2º Sgt Av Mnt Rodrigo Miguel dos Santos\*

## Introdução

Os eventos históricos de criação e estruturação do Exército Brasileiro demonstraram que a homogeneidade dos processos de formação é um fator determinante para obtenção de uma tropa profissionalizada (ALMEIDA, 2019). Alinhados a isso, Oliveira e Mathias (2020) descrevem que a variável central da profissionalização militar é a educação, em que são inculcados nos discentes os conhecimentos técnicos e atitudinais necessários ao desempenho de suas funções.

Nessa vertente, Oliveira e Mathias (2020) demonstraram que, de acordo com as diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa, lançada em 2008, e o Projeto de Força do Exército Brasileiro, publicado em 2012, a Força Terrestre nacional direcionou suas formas de ensino à aprendizagem por competências. De acordo com Zabala (2018), essa prática de ensino surgiu da necessidade de uma alternativa ao ensino tradicional, que se limitava ao método da memorização, culminando em dificuldades para aplicar os conhecimentos adquiridos na vida real.

Zabala (2018, p. 36) definiu que:

A competência consistirá na intervenção eficaz nos diferentes âmbitos da vida, mediante ações nas quais se mobilizam componentes atitudinais, procedimentais e conceituais de maneira inter-relacionada.

Sendo assim, essa forma de aprendizagem almeja direcionar o discente à obtenção do êxito na execução de suas tarefas ou atribuições finais em seu local de trabalho.

Em conformidade com o descrito por Oliveira e Mathias (2020), em relação à aplicação da aprendizagem por competências, apesar de ser uma solução eficaz para o ensino na Força Terrestre brasileira, a

sua concretização não é trivial, necessitando de planejamento e adaptação, de forma a eleger estratégias de ensino viáveis, tanto em relação aos objetivos finais de aprendizagem quanto ao custo de obtenção dos meios auxiliares de instrução.

Dada a atual configuração do combate tecnológico, em que os países que detêm maior gama de recursos empregados obtêm superioridade no teatro de operações, faz-se necessário desenvolver o conhecimento teórico e prático dos princípios de funcionamento de sistemas modernos já empregados no Exército Brasileiro, bem como aqueles cuja aquisição seja almejada pela Força. Esse conhecimento só pode ser materializado com o emprego de dispositivos práticos de ensino, que nem sempre estão disponíveis no mercado em valores acessíveis (AVRECHAVK; RODRIGUES, 2020)

Sendo assim, este artigo de opinião almeja apresentar o uso do microcontrolador Arduino como uma ferramenta auxiliar de ensino para o Exército Brasileiro, alicerçando-o na gama de princípios de funcionamento de sistemas embarcados que ele pode oferecer e no seu custo-benefício para aquisição.

## Discussão e análise crítica sobre o assunto

De acordo com Pozzebon (2014), um sistema embarcado pode ser interpretado como um computador anexado a um processo que este controla, ou seja, pode realizar um conjunto de tarefas que foram predefinidas. No ambiente militar, esses sistemas são encontrados particularmente em sistemas automatizados, como, por exemplo: sistemas de armas; viaturas ou carros de combate; drones ou veículos aéreos não tripulados (VANT); e aeronaves.

\* 2º Sgt Av Mnt (CIAvEx 2011, CAS/2021), possui Curso de Mecânica de Aviónicos, Instrumentador de Ensaios em Voo. Graduado em Engenharia Elétrica e Eletrônica. Possui mestrado em Gestão, Inovação e Segurança de Voo. Atualmente, é monitor no CIAvEx.

De acordo com Thomsen (2014), como cérebro em seu interior, um sistema embarcado possui um microcontrolador, que é composto de um núcleo processador, memória e periféricos de entrada e saída. Conforme descrito por Thomsen (2014), por meio do diagrama esquemático apresentado na **figura 1**, é possível compreender a função de cada bloco ilustrado:

- » Entradas – são os dispositivos que enviam sinais de referência e variáveis de controle ao sistema de monitoramento;
- » Saídas – são as variáveis a serem controladas;
- » Processador – é quem efetua o comando das ações de controle do sistema; e
- » Memória – é um componente interno ao processador, responsável por fornecer a programação das ações a serem executadas pelo processador, que pode ter suas informações internas alteradas, conforme as necessidades do operador.



Figura 1 – Diagrama esquemático de um microcontrolador  
Fonte: O autor (2022)

Diante da arquitetura básica de um sistema microcontrolado (**figura 1**), é possível observar que são sistemas complexos, em que são inter-relacionadas etapas de funcionamento com sincronismo controlado por um processador. Quando esses sistemas foram desenvolvidos pela indústria, dada a sua complexidade, seu custo de aquisição e manutenção em operação eram elevados. Diante da dificuldade para obtenção desses dispositivos a custos baixos e de menor complexidade de manipulação, no ano de 2005 o italiano Massimo Banzì e sua equipe desenvolveram o microcontrolador Arduino (THOMSEN, 2014).

De acordo com McRoberts (2011), o microcontrolador Arduino é uma plataforma desenvolvida de modo a fazer com que computadores e outras











interfaces programáveis possam controlar dispositivos físicos. É uma plataforma física de computação *open source* (código aberto), baseada em uma simples placa microcontrolada e um ambiente de programação para ligar à placa o *software* produzido. Possui um microcontrolador ATMEL AVR, sendo seu modelo variável de acordo com a placa utilizada, com suporte de I/O (*input/output* – entrada/saída) embutido, uma linguagem de programação padrão, que tem origem em *Wiring*, e é essencialmente C/C++. O objetivo do projeto é criar ferramentas acessíveis, com baixo custo, flexíveis e fáceis de usar, até mesmo por amadores na área de eletrônica.

Sendo assim, o uso do microcontrolador Arduino no ensino militar deve ser direcionado à propagação de conceitos e técnicas relacionados a sistemas embarcados. Para tornar visível a aplicação desse microcontrolador, foi elaborado o **quadro 1**, constando os conceitos que podem ser lecionados com os periféricos do Arduino, bem como seu custo de aquisição.

Os periféricos do microcontrolador Arduino são dispositivos que, se associados à placa principal, permitem o ensino de diversos conceitos com baixo custo associado. Por exemplo, o periférico de acelerômetro, utilizado em sistemas inerciais, a um custo de R\$25,99 (**quadro 1**), pode ser obtido e empregado no aprendizado de sistemas inerciais modernos, sistemas giroscópicos eletromecânicos de aeronaves, viaturas de combate e VANT. Esse custo, associado ao valor aproximado de R\$110,90 em Arducore (2022) da placa principal do microcontrolador, do tipo Arduino Uno R3, permite, com um custo total de R\$136,89, o ensino de assuntos relativamente complexos aos discentes.

É possível inferir-se, ainda, com base nos dados do **quadro 1**, que o módulo mais caro elencado tem valor de R\$150,00, sendo um sensor não invasivo de efeito *hall*, utilizado para proteção de circuitos de potência, além do monitoramento de cargas. Além disso, pode-se observar que a gama de aplicação do sistema Arduino é bem ampla, dada a disponibilidade de módulos e periféricos, e altamente adaptável às necessidades do ensino, com um baixo custo, que, se comparado a sistemas tradicionais, pode ter um custo de aquisição até 100 vezes menor.



CONCEITO	MÓDULO OU PERIFÉRICO	EXEMPLO DE MÓDULO		
		ILUSTRAÇÃO	CÓDIGO	VALOR APROXIMADO
Medição de Pressão	Sensores Piezoresistivos		MPS20N0040D-D	R\$40,00 Embarcados (2022)
Comandamento de Superfícies	Servocomandos		SG90	R\$23,99 Embarcados (2022)
Medição de Parâmetros Elétricos	Medição de Tensão e Corrente Elétrica		MAX471	R\$12,95 Arducore (2022)
	Medidor de Corrente – Efeito Hall		WCS1800	R\$150,00 Arducore (2022)
Medição de Campo Magnético	Magnetômetro		HMC5883L	R\$12,95 Arducore (2022)
Medição de Temperatura	Sensor do Tipo Termopar		MAX6675	R\$25,99 Embarcados (2022)
Monitoramento Presença	Sensor de Presença Infravermelho		HC-SR501	R\$23,98 Embarcados (2022)
Medição de Aceleração de Corpos em Movimento	Acelerômetros		MMA8452	R\$25,99 Embarcados (2022)
Monitoramento de Distância	Sensor Ultrassônico		HC-SR04	R\$13,49 Embarcados (2022)
Comandamento de Cargas de Maior Potência	Relés de Comandamento Remoto		Módulo Relés 4 canais	R\$36,99 Embarcados (2022)

Quadro 1 – Periféricos do microcontrolador Arduino  
Fonte: O autor (2022)

## Conclusão

Ao comparar os objetivos da aprendizagem por competências, em que as aplicações práticas ganham posição de destaque, o microcontrolador Arduino, com sua grande gama de aplicação, torna-se uma ferramenta viável e de pronto emprego. Em síntese, esse microcontrolador não oferece grandes dificuldades para a sua programação, tendo em vista que foi criado com concepção modular para aplicação em ambientes variados.

Uma outra vertente vantajosa delimitada neste artigo é o custo de aquisição do Arduino, que, se

comparado a demais sistemas presentes no mercado, ganha posição de destaque na relação custo *versus* benefício. Essa dinâmica é reforçada pelo fato de essa plataforma ser do tipo código aberto, podendo ser produzida por diversos fabricantes, inclusive presentes na indústria nacional, alinhando-se, assim, com os objetivos estratégicos do Exército Brasileiro.

Como possibilidades de aplicações futuras deste artigo, sugere-se que o microcontrolador Arduino seja apresentado às escolas militares que desenvolvam o estudo de sistemas embarcados, bem como se incentive a obtenção desse sistema pela cadeia de suprimento da Força Terrestre.

---

## Referências

ALMEIDA, Sérgio Luiz Augusto de Andrade *et al.* **EsAO**: 100 anos aperfeiçoando oficiais para o Brasil e as Nações Amigas. Biblioteca do Exército (BIBLIEx), 2019.

ARDUCORE. **Robótica Educacional**, 2022. Disponível em: <https://www.arducore.com.br/>. Acesso em: 22 jul 2022.

AVRECHACK, Rodrigo Zonatto Ortiz; RODRIGUES, Marízia Guedes. A utilização da tecnologia no contexto do ensino militar: emprego de tecnologias nos cursos do CIAvEx. Taubaté: **Biblioteca Digital do Exército (BDEx)**, 2020. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/8909>. Acesso em: 20 jul 2022.

EMBARCADOS. **Casa da Robótica**, 2022. Disponível em: <https://www.casadarobotica.com/>. Acesso em: 22 jul 2022.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. 2. ed. São Paulo: Novatec, 2011.

OLIVEIRA, Ana Amélia Penido; MATHIAS, Suzeley Kalil. Profissionalização militar: notas sobre o sistema do Exército Brasileiro. **Temáticas**, v. 28, n. 56, p. 38-69, 2020.

POZZEBON, Rafaela. O que são sistemas embarcados? **Oficina da Net**, 2014. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/13538-o-que-sao-sistemas-embarcados>. Acesso em: 6 jul 2022.

THOMSEN, Adilson. O que é Arduino, para que serve e primeiros passos. **FilipeFlop**, 2022. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>. Acesso em: 5 jul 2022.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Artmed, 2018.