



A IMPORTÂNCIA DO ARDUINO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM
THE IMPORTANCE OF ARDUINO IN TEACHING AND LEARNING PROCESS

Mauricio de Oliveira Dian – mauricio.dian@fatectq.edu.br

Arthur Carrasqueira – Arthur.carrasqueira@fatectq.edu.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – São Paulo – Brasil

RESUMO

O crescimento do uso de microcontroladores e plataformas como o Arduino nas mais diversas áreas vem ganhando grande destaque não é de hoje. Escolas e faculdades em diversas localidades do país tem encontrado em ferramentas como o Arduino a solução ideal para o apoio ao processo de ensino e aprendizagem de matérias que envolvam hardware, prototipagem e robótica. Essa pesquisa bibliográfica tem como foco apresentar uma série de conceitos sobre como os microcontroladores e o Arduino são ferramentas que podem ser exploradas para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Descreve alguns kits e modelos que podem ser utilizados para os mais diversos fins e aplicações e busca reafirmar a importância do Arduino como uma alternativa no mínimo interessante para a resolução de problemas do dia a dia e também para cativar e atrair a atenção dos alunos a fim de promover maior aprendizagem através de atividades práticas.

Palavras-chave: Arduino. Ensino e aprendizagem. Cativar e atrair. Atividades práticas.

ABSTRACT

The use of microcontrollers and platforms like the Arduino in the most diverse areas has been gaining great prominence. Schools and colleges in various localities see Arduino like the ideal solution to support the teaching and learning process of materials involving hardware, prototyping and robotics. This bibliographic research aims to present a series of concepts about how microcontrollers and Arduino are tools that can be explored to facilitate the process of teaching and learning. Describes some kits and models that can be used for the most of purposes and applications and reaffirm the importance of Arduino as an alternative interesting for solving problems and captivate and attract the students to promote greater learning through practical activities.

Keywords: Arduino. Teaching and Learning. Captivate and attract. Practical activities.



1 INTRODUÇÃO

Com a crescente utilização de sistemas embarcados e internet das coisas, o controle e o gerenciamento está cada vez mais distribuído, passando a estar presente nos mais diversos aparelhos e dispositivos do nosso dia a dia. Cunha (2007) já afirmava que embarcar inteligência nos equipamentos era uma tendência futura e, atualmente, já podemos encontrar facilmente por aí diversos exemplos e projetos de automação que utilizam como ferramenta microcontroladores como *PIC*, *ARM*, entre outros.

Atualmente a web está repleta de vídeos, cursos, tutoriais, bibliotecas prontas e diversos outros tipos de materiais voltados para esse assunto, o que faz com que tenhamos hoje em dia uma grande gama de conteúdo a nossa disposição, facilitando o processo de aprendizagem e proporcionando melhores ambientes para práticas de ensino em qualquer nível. No ensino superior, por exemplo, segundo Silva e Cheiran (2015) apud Ni e Luo (2010), seja abordando princípios de microcomputadores, chips ou de sistemas embarcados nas disciplinas, assuntos que envolvam microcontroladores estão entre as primeiras tecnologias abordadas nos cursos de engenharia.

Ainda nesse sentido, uma das ferramentas que cada vez mais ganha destaque é o Arduino. Segundo Schwartz (2015), muitos foram os fatores que fizeram com que o uso Arduino crescesse. A possibilidade de trabalhar com prototipagem e ter à disposição uma grande gama de materiais compartilhados e espalhados em comunidades e blogs pela internet encabeçam os principais fatores. Ainda segundo ele, esse microcontrolador se tornou muito popular no mercado, seja na indústria ou na educação, devido ao fato de ser amigável, de baixo custo e permitir uso de diversas placas extras.

O fato é que hoje esses microcontroladores podem ser facilmente adquiridos e utilizados por professores, projetistas ou hobistas de plantão e, tal facilidade permite que qualquer um interessado no assunto possa desenvolver um sistema embarcado para automação, coleta e análise de dados ou mesmo para ensinamento prático em matérias como Arquitetura de Computadores e Laboratório de Hardware, por exemplo.



2 SISTEMAS EMBARCADOS E MICROCONTROLADORES

A todo momento e em vários lugares, mesmo que não percebamos, estamos na presença de algum dispositivo equipado com essas tecnologias. Segundo Equipe Embarcados (2013), muitos são os equipamentos e dispositivos onde há microcontroladores e sistemas embarcados, como por exemplo: marcapassos, sistemas de segurança, equipamentos de telecomunicações, TVs, impressoras, sistemas elétricos, entre outros.

Cunha (2007) afirma que os embarcados também podem fazer parte de sistemas de controle, sistemas de processamento de sinais, sistemas de rede e comunicação ou em sistemas de uso geral como videogames e conversores. Frisa ainda que há dois tipos de sistemas embarcados: os reativos (*soft*) que permitem respostas somente à ocorrência de eventos externos e os de controle em tempo real (*hard*) que são capazes de tomar decisões sozinhos uma vez que são autônomos o suficiente para não precisam de entradas para executar atividades.

Não muito diferente estão os microcontroladores. Em tamanhos cada vez menores, os microcontroladores estão presentes em praticamente tudo que é eletrônico e vêm se tornando a principal solução adotada para robotização e automação uma vez que um único microcontrolador pode ser o suficiente para gerenciar um robô ou um sistema de segurança inteiro (AGARWAL, 2018).

Com isso, o uso de microcontroladores veio a ser uma das melhores soluções a serem adotadas em diversos tipos de sistemas sob a ótica do custo/benefício, uma vez que não necessitam de muito espaço físico para serem implementadas, estão mais acessíveis e possuem baixo custo. Existem hoje no mercado muitos tipos de controladores, estando entre os principais o *8051*, o *PIC*, o *AVR* e o *ARM*. Segundo Martins (2005), o que principalmente os diferencia são: a quantidade de memória interna, a velocidade com que processam as instruções, a quantidade de pinos de entrada e saída, a alimentação que utilizam, os tipos e quantias de periféricos que possuem, a arquitetura e o conjunto de instruções disponibilizado nos seus circuitos.

Com tudo isso, uma das ferramentas que vem se destacando e crescendo há um bom tempo é o Arduino. Segundo Schwartz (2015), utilizar o Arduino como plataforma para o desenvolvimento de projetos eletrônicos é realmente fácil, podendo ser aplicado em diversos campos voltados para automação, Internet das Coisas, tecnologias *wearable* e em atividades voltadas para o ensino.



Segundo Martins (2005), com o uso de microcontroladores, abordar os aspectos teóricos e práticos dessa tecnologia torna mais fácil o desenvolvimento da criatividade para a construção de novos projetos de hardware, de software e implementação de sistemas microcontrolados de pequeno ou médio porte em diversos ramos, inclusive para o processo de ensino e aprendizagem. Ainda segundo ele, devido ao fato desses sistemas possuírem a capacidade de realizar várias funções que necessitam de muitos tipos de componentes, aprender a programar microcontroladores se traduz em aprender a resumir circuitos.

3 ARDUÍNO E O PROCESSO DE APRENDIZAGEM

O crescimento no uso do Arduino de tempos para cá não é à toa. Obedecendo o conceito de hardware livre, sua utilização permite que qualquer um possa montar, modificar, melhorar e personalizar sua placa e componentes como bem entender partindo de um mesmo hardware básico (THOMSEN, 2014).

Schwartz (2015) *apud* Di Justo e Gertz (2013) descreve o Arduino como um computador de placa única que pode ser usado por qualquer pessoa que não necessariamente seja um especialista em eletrônica, engenharia ou programação pois ele é simples, barato, fácil de programar e compatível com qualquer sistema operacional.

Há uma variada gama de modelos Arduino no mercado, cada qual com suas especificidades e melhores aplicações. Oliveira (2015) cita os seguintes modelos como os principais:

- **Arduino Uno:** tem um bom número de portas, grande compatibilidade com *shields*, microcontrolador ATMEGA328, 14 portas digitais, 6 analógicas e alimentação por conexão USB ou fonte externa.
- **Arduino Mega:** possui uma conexão USB, microcontrolador ATMEGA2560 com 16Mhz, 54 portas digitais, 16 portas analógicas, 4 portas para comunicação serial e também possui conexão para alimentação externa.
- **Arduino Leonardo:** tem microcontrolador baseado ATMEGA32u4 com 16Mhz, 20 portas digitais, 12 portas analógicas e também conexão para alimentação externa.



Possui conector micro-usb que o garante fácil reconhecimento e compatibilidade com todos os computadores, além de plug para alimentação externa.

- **Arduino Nano:** é mais compacto que os demais. Na sua versão 3.x possui microcontrolador ATMEGA328 e 32Kb de memória. Não conta com alimentação externa, pois é alimentado somente por um conector USB Mini-B.
- **Arduino Due:** possui maior capacidade de processamento, baseado em microcontrolador ARM de 32 bits e 512 Kb de memória. Tem 54 portas digitais, 12 analógicas, 4 chips controladores seriais, conexão USB e ainda plug para alimentação externa.
- **Arduino Esplora:** tem formato de controle de videogame devido suas aplicações nesse ramo. Possui diversos sensores, *buzzer*, *joystick*, potenciômetro deslizante, sensor de temperatura, acelerômetro, led RGB, sensor de luz (LDR), 4 *push-buttons*, um microfone e um soquete que permite *shields* de tela LCD.

Aliás, as chamadas *shields* são placas adicionais que são encaixadas sobre o Arduino e que são utilizadas para complementar funções de determinados modelos. Segundo Reis (2015), esses componentes de hardware permitem aumentar as funções desempenhadas por elas, sendo as mais comuns:

- **Shield Motor:** permite controlar motores DC ou de passo, sendo usados em pequenos robôs e veículos robotizados;
- **Shield Ethernet:** permite conectar o Arduino à um cabo da rede local ou Internet;
- **Shield Wifi:** permite comunicação sem fio com o Arduino, o que possibilita conexão com uma rede wireless ou operar o equipamento remotamente.
- **USB Host Shield:** permite implementar uma controladora USB para conectar outros dispositivos ao Android.
- **Proto Shield:** permite uma expansão para área de soldagem de componentes.
- **Shield microSD/SD:** permite equipar o Arduino com um conector para micros/SD.
- **Shield MP3:** permite ao Arduino reproduzir áudio MP3 em caixas de som ou alto-falantes.
- **Shield LDC TFT:** permite a conexão de uma tela LCD ao Arduino possibilitando visualização de informações e até gráficos.



Dentre todos esses modelos, o Arduino Uno é o mais comum entre os usuários devido ao custo/benefício pois possui grandes funcionalidades e recursos, compatibilidade com diversas *shields*, ampla comunidade e ajuda online e preço mais acessível em relação aos outros modelos mais avançados.

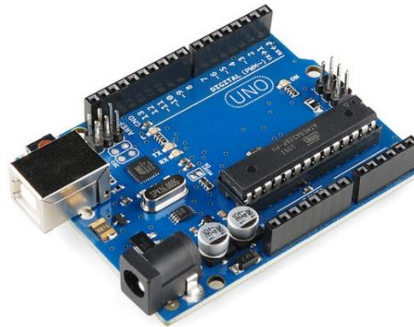


Figura 1: Arduino Uno R3
Fonte: www.filipeflop.com

Com tamanha diversidade de modelos e placas expansivas para adicionar funções, dependendo da aplicação e criatividade de quem o manipular, o Arduino poderá ser usado em soluções de automação residencial, automobilística, na criação de um novo equipamento ou brinquedo ou ainda na melhoria de algum já existente (THOMSEN, 2014).

Aplicações no campo também são bons exemplos. A criação de um sistema microcontrolado no ramo do agronegócio pode proporcionar grandes vantagens pois, através de componentes e *shields*, o Arduino se demonstra ideal para a absorção de informações do ambiente realizando a coleta de dados como temperatura, luz e som que o permite desempenhar alguma função pré-programada de modo mais eficaz, como por exemplo uma irrigação correta sem desperdícios, além de auxiliar o agricultor na tomada de decisões (SOUZA *et al.*, 2011).

O fato é que, desde seu surgimento uma extensa comunidade internacional foi formada para tratar de assuntos que tenham a ver com o Arduino. Souza *et al.* (2011) afirmam que estão presentes nessa comunidade diversos técnicos e desenvolvedores das mais variadas áreas, alunos e professores, hobistas e até alguns artistas plásticos, todos interagindo através de sites, blogs e eventos voltados para esse fim.

Schwartz (2015) defende que o aprimoramento do uso do Arduino como uma ferramenta nas mais diversas áreas tecnológicas, faz dele um aliado na busca por fixação de conceitos, melhoria de técnicas e aperfeiçoamento de processos.



Em pesquisa realizada por Oliveira (2015) utilizando metodologias alternativas para motivar os alunos, a aplicação da plataforma Arduino contribuiu sim para a grande maioria dos alunos se motivarem e obterem sucesso na disciplina de Programação Web II, foi o que 87% dos alunos disseram. Em outras enquetes realizadas após o experimento, 90% deles também afirmaram concordar com a relevância da disciplina para seu aprendizado e que as aulas ficaram melhor estruturadas e mais estimulantes com o uso do Arduino, sendo que os 10% negativos nesse caso foram compostos por 2 alunos apenas.

Quanto ao trabalho em equipe desenvolvido nos projetos, Oliveira (2015) ainda revela que 90% dos alunos concordaram que durante as atividades todos os integrantes sabiam suas devidas funções, que 75% deles afirmaram que o grupo se manteve unido mesmo diante de dificuldades, que 95% deles aprovaram o papel de um líder no grupo e que 100% afirmaram que a participação deles nesses projetos lhes deu maior capacidade de se relacionarem.

A experiência prática realizada por Santos *et. al.* (2015) na busca da melhoria do ensino e aprendizagem de seus alunos, sobretudo os repetentes, quanto a matéria de Algoritmo e Lógica de Programação, também teve resultados positivos. Tanto que, com os dados obtidos com a utilização do Arduino como ferramenta para metodologia prática em aula, pôde-se verificar que houve um aumento das notas e do rendimento individual de 62% dos alunos repetentes e o índice de aprovação atingiu 50%.

Portanto, com a utilização do Arduino os alunos podem desenvolver competências interpessoais exercendo capacidade de liderança, desenvolvendo atividades colaborativas em grupo e estimulando-se uns aos outros na busca de novos conhecimentos e desafios com a plataforma (OLIVEIRA, 2015).

3.1 Scratch for Arduino (S4A)

Por padrão a linguagem para desenvolvimento com Arduino é o *Wiring*, que é uma derivada de C++. Apesar disso, há ainda algumas opções mais didáticas para programação dessas placas, como por exemplo o *Scratch for Arduino(S4A)*.

De acordo com informações contidas no site *scratch.mit.edu* (2018), o S4A é hoje um software muito utilizado para estimular a aprendizagem desse tipo de programação em crianças



e adolescentes, pois é uma versão modificada da linguagem *Scratch* original que foi desenvolvida para interagir com placas de Arduino. O *S4A* pode ser gratuitamente instalado em computadores pessoais para que qualquer um que esteja iniciando seus estudos na programação de microcontroladores possa, através de uma interface gráfica, ter uma formulação mais lúdica de programação com Arduino através da montagem de blocos e esquemas sequenciais de ações e funcionalidades básicas pré-programadas.

Na ilustração abaixo há um comparativo entre dois meios de se desenvolver o mesmo algoritmo para o Arduino. Observe que o *S4A* é muito mais didático e lúdico que o código tradicional. Nesse exemplo, ao ligar o Arduino um led deverá ficar piscando.

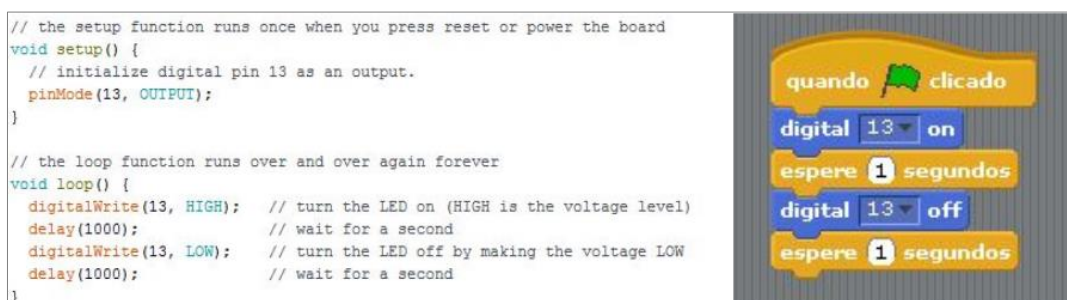


Figura 2: Comparativo entre programação via código e o *S4A*

Fonte: <http://www.inf.poa.ifrs.edu.br/~karen/wp-content/uploads/2016/10/Introdução-Arduino+-S4A.pdf>

Independente do cenário de aplicação, o uso do *S4A* junto ao Arduino busca estimular os alunos a interagirem entre si e a construir grupos colaborativos (ARDUÍNO, 2018).

Segundo Pplware (2013) ao programar através do *S4A* o utilizador pode facilmente gerenciar sensores de entradas, saídas e determinados eventos que estiverem ligados à placa Arduino, o que faz com que qualquer pessoa possa desenvolver projetos dos mais básicos aos mais avançados com o microcontrolador, gerenciando inúmeras funções e programando-o rapidamente em um intervalo de tempo relativamente curto.

3.2 Arduino na Robótica

Segundo Alves *et al.* (2012) *apud* Zilli (2004), atualmente muitos professores têm visto a robótica como um recurso tecnológico bem interessante e vantajoso para o processo de ensino



e aprendizagem, pois estimula a dinâmica em sala através de atividades práticas de construção de dispositivos através do uso de uma série de componentes e peças de montagem e programação presentes nos chamados kits de ensino de robótica educacional.

Felizmente, na atualidade não há a necessidade de realizar gastos exorbitantes na compra desses kits e demais materiais para trabalhar com o Arduino como solução robótica, o que é uma grande vantagem. Em sites como o do Robocore e Filipeflop há vários kits do iniciante ao avançado, alguns bem completos vindo com um modelo de Arduino, cabos de circuitos, cabo de rede, leds, resistores, fonte externa e sensores.

Também por isso que Perez *et al.* (2013) afirmam que essa plataforma vem sendo muito utilizada e difundida em várias aplicações no ensino, seja por crianças, jovens, adolescentes ou adultos. Segundo eles, o uso dessa solução na robótica se demonstra como uma ferramenta de ensino muito eficiente quando bem aplicada e explorada, pois os robôs em si instigam a curiosidade de pessoas em qualquer faixa etária e, de certa forma, acabam estimulando a aprendizagem de maneira simples e agradável abordando conceitos de física, matemática, programação, lógica e outras.

Segundo Alves *et al.* (2012) *apud* Zilli (2004) essa robótica educacional faz com que os alunos desenvolvam e trabalhem uma série de competências, tais como: raciocínio lógico, formulação de testes e hipóteses, habilidades manuais e integração de conceitos na construção dos projetos, relações interpessoais e comunicação, investigação, compreensão e resolução de problemas através de erros e acertos, representação e prototipagem, trabalhos com pesquisa, aplicação de teorias, estímulo da criatividade em diferentes situações, entre outras.

Alves *et al.* (2012) defendem que a robótica pedagógica é uma forma de promoção interdisciplinar pois através de sua aplicação o aluno pensa, manuseia, constrói e executa seu projeto, em seguida vê o que dá errado, depura e o reexecuta, ou seja, o aluno acaba analisando e esmiuçando a teoria através da prática.

Além de tudo isso, com a utilização desse tipo de placa diversos laboratórios de pesquisa e didáticos ganham maior flexibilidade em montagens experimentais, pois há uma enorme variedade destas placas de dados usadas para adquirir amostras, das mais simples às mais sofisticadas e das mais baratas às mais caras (SOUZA *et al.*, 2011).



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No dia a dia e na busca de soluções fáceis, simples e eficientes para serem aplicadas em vários tipos de processos e atividades, o uso do Arduino se destaca por ser uma plataforma gratuita, com ampla comunidade, versátil e didática a ponto de permitir que qualquer um, com conhecimento prévio ou não, o utilize e produza soluções tecnológicas nos mais diversos ramos do conhecimento, inclusive, na educação.

Segundo Oliveira (2015) o desenvolvimento de projetos com o Arduino enaltece nos alunos o espírito de colaboração, trabalho em equipe, autoaprendizagem e habilidades técnicas.

Santos *et. al.* (2015) afirma que ao expor os alunos à exercícios práticos após abordar conceitos teóricos de Algoritmo e Lógica de Programação, muitos ganham uma motivação a mais a ponto de despertarem interesse pela plataforma Arduino e buscarem sozinhos pesquisar mais coisas sobre essa tecnologia aplicada a sistemas de sensores e robótica.

Portanto, utilizar o Arduino como ferramenta para atividades práticas no processo de ensino e aprendizagem promove uma maior conectividade e uma maior proximidade entre educadores e educandos. Essa tecnologia acaba atraindo a atenção dos alunos, estimulando sua criatividade e melhor contribuindo para a fixação de conceitos. Consequentemente a instituição de ensino também se beneficia, uma vez que diminui o número de desistência das matérias, bem como o de evasões, além do melhor: cativar seus alunos.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, T. **What is the Difference between 8051, PIC, AVR and ARM?**. Electronics|Projects|Focus (EL-PRO-CUS). Disponível em: <<https://www.elprocus.com/difference-between-avr-arm-8051-and-pic-microcontroller/>>. Acesso em: 05 mai. 2018.

ALVES, Rafael Machado *et al.* **Uso do Hardware Livre Arduino em Ambientes de Ensino-aprendizagem**. In: Anais da Jornada de Atualização em Informática na Educação - JAIE, 2012. p. 162-187. Disponível em: <<http://br-ie.org/pub/index.php/pie/article/view/2346/2101>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

ARDUÍNO. Teaching, Inspiring and Empowering!. Disponível em: <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em 08 mai. 2018.



BORGES, K. S.; PERES, A.. **Introdução ao Arduino com S4A**. Instituto Federal Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre. 2016. Disponível em: <<http://www.inf.poa.ifrs.edu.br/~karen/wp-content/uploads/2016/10/Introdução-Arduino-+-S4A.pdf>>. Acesso em 25 set. 2018.

COSTA JÚNIOR, A. de O.; GUEDES, E. B.. **Uma Análise Comparativa de Kits para a Robótica Educacional**. Universidade do Estado do Amazonas. Manaus. 2015. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wei/2015/012.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2018.

CUNHA, A. F. **O que são sistemas embarcados?** Saber Eletrônica, v. 43, n. 414, p. 1-6, Julho 2007.

EMBEDDED ARCHITECTS. **O que é um sistema embarcado**. Embedded Architects Tecnologia. 2018. Disponível em: <<http://www.embarc.com.br/p1600.aspx>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

EQUIPE EMBARCADOS. **Sistema embarcado – o que é? qual a sua importância?** Embarcados. 2013. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/sistema-embarcado/>>. Acesso em: 17 mai. 2018.

MARTINS, N. A. **Sistemas Microcontrolados**. São Paulo. Novatec Editora. Cap. 1, p. 14-20, 2005.

OLIVEIRA, A. L.. **Modelo híbrido de aprendizagem utilizando a plataforma Arduino aplicado ao ensino tecnológico de informática**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Elétrica. Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília (UnB). 2015. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19746/1/2015_AlissonLopesOliveira.pdf>. Acesso em: 15 set. 2018.

PEREZ, A. L. F. *et al.* **Uso da Plataforma Arduino para o Ensino e o Aprendizado de Robótica**. In: International Conference on Interactive Computer aided Blended Learning – ICBL, 2013. p. 230-232. Disponível em: <http://www.icbl-conference.org/proceedings/2013/papers/Contribution77_a.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

PPLWARE. **S4A – Programar o Arduino é fácil e divertido**. Disponível em: <<https://pplware.sapo.pt/gadgets/hardware/s4a-programar-o-arduino-e-facil-e-divertido/>>. Acesso em: 28 mai. 2018.

REIS, F. **Arduino – Conhecendo os Shields**. Disponível em: <<http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/arduino/arduino-conhecendo-os-shields/>>. Acesso em 25 set. 2018.

SANTOS, Antunes *et. al.* **A Importância do fator Motivacional no Processo Ensino-Aprendizagem de Algoritmos e Lógica de Programação para Alunos Repetentes**. Laboratório de Inteligência Computacional Aplicada a Negócios (LABICAN), Universidade



Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). 2015. Disponível em:

<<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wei/2015/018.pdf>>. Acesso em 25 set. 2018.

SCHWARTZ, M. **Arduíno for Secret Agents**. Birmingham – UK. Packt Publishing. 2015.

SCRATCH. **For Parents**. Disponível em: <<https://scratch.mit.edu/parents/>>. Acesso em: 28 mai. 2018.

SILVA, V. B. da.; CHEIRAN, J. F. P.. **Análise do uso de microcontroladores como ferramenta de apoio ao ensino-aprendizagem de Arquitetura de Computadores**. In: International Journal of Computer Architecture Education – IJCAE, 2015. v. 4. n. 1, p.

Disponível em:

<http://www2.sbc.org.br/ceacpad/ijcae/v4_n1_dec_2015/IJCAE_v4_n1_dez_2015_paper_1_vf.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2018.

SOUZA, Anderson R. *et al.*. **A placa Arduíno: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC**. Artigo da Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1702, p.1-5, Março 2011. Disponível em:

<<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n1/26.pdf>>. Acesso em: 03 mai. 2018.

THOMSEN, A.. **O que é Arduíno?**. FILIPEFLOP. 2014. Disponível em:

<<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>. Acesso em: 05 mai. 2018.