



UTILIZAÇÃO DE ARDUINO NA APREDIZAGEM DE SISTEMAS EMBARCADOS

Érison Souza dos Santos – erisonsouza2@gmail.com

Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza,
Bacharelado em Engenharia de Computação.

Av. 13 de Maio, 2081 - Benfica

60040-531 – Fortaleza - Ceará

Lucas Diego Rebouças Rocha – lucas.diegorr@gmail.com

Sara Pereira de Oliveira – sara-poliveira@hotmail.com

Amanda Mendes Gonçalves de Oliveira – amanda.men.oli@gmail.com

Guilherme Oliveira de Sales – guilhermeoliveira96@yahoo.com.br

Clyslanya de Oliveira Vasconcelos – clyslanya@hotmail.com

Brunna dos Santos Brandão – nanarisinha@hotmail.com

André Luiz Carneiro de Araújo – andreluiz@cefetce.br

***Resumo:** O modelo atual de educação para ensino de conceitos, programação e eletrônica em sistemas embarcados se baseia na utilização de plataformas como PIC, dsPIC e ARM. Porém, a aprendizagem nesse tipo de plataformas muitas vezes é de difícil entendimento e tem causado muita aversão por parte dos alunos dessa área. Este trabalho propõe a utilização da plataforma Arduino™, na aprendizagem de alunos dos cursos de engenharia, cursos técnicos, cursos profissionalizantes que possuem disciplinas básicas de sistemas embarcados, de microcontroladores e microprocessadores como estratégia para facilitar o aprendizado nessa área, aumentando o interesse dos alunos pela área e injetando mais profissionais qualificados no mercado de trabalho embarcado. Nesse trabalho apresenta-se uma introdução a plataforma Arduino™, mostrando suas vantagens e desvantagens em relação a outras plataformas comumente utilizadas no ensino de Sistemas Embarcados. Para comprovar que o modelo é eficaz. O modelo foi implantando em grupo de estudantes que não tinham quase nenhuma base em programação, nem em Eletrônica, de um curso Técnico Integrado em Eletrotécnica do Campus Fortaleza do Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia do Ceará. Os resultados mostram que os alunos conseguiram aprender bem os conceitos de sistemas embarcados, e como produto conseguiram desenvolver projetos de hardware e software que foram apresentado em feira de ciências do próprio Instituto Federal.*

Palavras-chave: Arduino, Sistemas Embarcados, Facilitar aprendizagem, Eletrônica e Programação, Projeto Petrobras.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o mundo vem vivendo uma revolução tecnológica. Todos os dias novas tecnologias são desenvolvidas na produção e na fabricação de novos

produtos a serem consumidos pela sociedade, pela Indústria, pela Agricultura, etc. E para isso cientistas e engenheiros trabalham juntos na pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

O mundo vive a era do conhecimento onde o desenvolvimento dessas novas tecnologias está diretamente ligado à quantidade de conhecimento que é produzido todos os dias em diversas áreas. Esse conhecimento, oriundo de pesquisas e descobertas de cientistas, é transformado em produtos por engenheiros em todo o mundo.

A área de Sistemas Embarcados está diretamente ligada a esse extraordinário crescimento da tecnologia. Hoje, praticamente, não existe um equipamento que não possua um computador que execute um conjunto de instruções para que o equipamento funcione da maneira em que ele foi projetado (WOLF, 2008).

Aplicações embarcadas estão presentes em todas as áreas de conhecimento. Na Medicina, por exemplo, na utilização de robôs que auxiliam em cirurgias controlados por um médico que está em outra sala, ou mesmo em um equipamento de radiografia, ou ressonância magnética.

Além disso, aplicações embarcadas estão presentes na vida cotidiana das pessoas, desde o controle que você usa para mudar o canal da televisão, à aplicações complexas de sistemas de controle de aeronaves. Aplicações em sistemas embarcados podem ser simples, ou podem ser aplicações complexas que podem colocar a vida de pessoas em risco. Portanto, é de fundamental importância que em paralelo a esse crescimento tecnológico haja, também, um crescimento do número de profissionais na área.

Porém, observa-se em cursos de engenharia, em cursos técnicos, ou em cursos profissionalizantes que possuem disciplinas de Sistemas Embarcados, e/ou disciplinas básicas relacionadas, como Microcontroladores e Microprocessadores, Eletrônica e programação embarcada, uma dificuldade na aprendizagem dessas tecnologias.

Normalmente, observa-se nesses cursos, que as plataformas utilizadas para a aprendizagem de sistemas embarcados são PIC, dsPIC, e ARM. Porém, essas plataformas, muitas vezes, são de difícil entendimento devido a sua maior complexidade, a documentação, que muitas vezes, necessita um conhecimento aprofundando em eletrônica e programação, além da necessidade dessas plataformas, de uso de softwares proprietários para programação da placa.

Outra dificuldade encontrada por alunos que almejam a área é que eles necessitam conhecer algumas ferramenta de programação, ou manipular através de linha de comando um Sistema Operacional (SO) Linux, como é o caso da plataforma ARM. Além da dificuldade que o aluno encontra em adquirir essas plataformas, devido ao custo que essas placas normalmente possuem.

Tais características dificultam a aprendizagem de alunos que entram em contato com a área. Devido a isso, muitos alunos acabam criando uma aversão à área de desenvolvimento embarcado, causando evasão e retenção de alunos de cursos de engenharia, no que reflete na quantidade de profissionais que enveredam na área. Este trabalho propõe-se a utilização da plataforma, *Open Source*, Arduino™, como estratégia de aprendizado para facilitar o ensino e aumentar o interesse de alunos pela área de Sistemas Embarcada.

Com base em dados do controle acadêmico fornecidos pela coordenadoria de administração de ensino - PROEN 2013 na “Tabela 1” são mostrados os dados da porcentagem média de evasão e retenção nos cursos principais cursos de tecnologia do IFCE, campus Fortaleza, com turmas formadas até o período de 2012.1, da quantidade atual de alunos dos cursos em 2013.1 e que estudam a área embarcada.

Tabela 1 – Evasão e retenção nos cursos de tecnologia.

Curso	Oferta de vagas semestrais	Quantidade atual de alunos	Evasão (%)	Retenção (%)
Engenharia de Computação	30	221	35,00%	38,30%
Engenharia de Telecomunicações	30	229	35,50%	34,00%
Engenharia de Mecatrônica	30	221	41,00%	51,00%
Técnico Integrado em Eletrotécnica	30	253	40,70%	26,80%
Técnico Integrado em Telecomunicações	30	254	31,20%	20,20%
Tecnologia em Mecatrônica	30	216	43,00%	55,30%
Média	30	232,33	37,73%	37,60%

É fácil perceber que a porcentagem de evasão somada à porcentagem de retenção nesses cursos aproximadamente a 70% do número de alunos e refletindo numa porcentagem muito pequena (aproximadamente 30%) de concludentes. E isso reflete diretamente no número de profissionais no mercado de trabalho.

Devido a sua facilidade de programação, ao menor custo na compra de um *kit* de desenvolvimento, a facilidade que qualquer pessoa iniciante na área tem de conseguir programar uma placa sem a necessidade de um conhecimento aprofundando em programação, nem em Eletrônica, que a placa Arduino™ foi escolhida para esse trabalho, como estratégia de facilitar a aprendizagem de alunos em Sistemas Embarcados.

O Arduino™ já vem sendo utilizado como estratégia de aprendizagem em muitos lugares, inclusive, citado em outros artigos (OLIVEIRA *et al.*, 2012), comprovando que a estratégia realmente funciona, reduzindo a curva de aprendizagem dos alunos que tem o primeiro contato com a área de Sistemas Embarcados comparado com outras plataformas, como as já citadas.

O artigo citado trata da utilização de Arduino™ na construção de veículo teleoperado. O artigo prova que mesmo em um projeto mais complexo a utilização do Arduino como Plataforma de Desenvolvimento facilita a aprendizagem dos alunos reduzindo o nível de abstração de alguns conceitos aprendidos em sala de aula na área de Sistema Embarcados.

Este trabalho consiste na observação de grupo de alunos do curso Técnico Integrado em Eletrotécnica do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza, que estão participando do Programa Petrobras de Formação de Recursos Humanos (PFRH), como objeto de estudo e comprovação científica da estratégia de aprendizagem para sistemas embarcados proposta nesse artigo.

Para esses alunos que não tinha nenhum, ou quase nenhum conhecimento em Eletrônica nem em programação foi proposto o desafio de desenvolver alguns projetos utilizando a placa Arduino™ e como objeto principal de estudo desse artigo será utilizado, como análise amostral, um projeto específico com a utilização da plataforma Arduino™ para a detecção de gases.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia do trabalho está segmentada da seguinte forma: Utilização da plataforma Arduino™ como primeiro contato no ensino de Sistemas Embarcados, Arduino™ x PIC, Arduino™ x ARM e aplicação da plataforma de desenvolvimento Arduino™ a um projeto real.

Inicialmente, é mostrada de forma sucinta uma introdução à plataforma Arduino™ em comparativo as plataformas de desenvolvimento PIC/dsPIC e ARM com relação as suas formas de programação, evidenciando suas facilidades, dificuldades, pontos fortes e fracos em nível de desempenho do Arduino™ em relação as outras plataformas de desenvolvimento citadas.

2.1. Utilização da plataforma Arduino™ como primeiro contato no ensino de Sistemas Embarcados

Como justificativas para este projeto são apresentados os problemas que motivam este projeto, as razões de sua escolha, a revisão literária e o impacto desta pesquisa em sua área de atuação. O projeto se baseia nas seguintes questões: Como se pode diminuir a aversão dos alunos às disciplinas que tem como foco sistemas embarcados? Como se pode tornar o ensino de sistemas embarcados mais didático?

O modelo atual de educação para ensino de conceitos, programação e eletrônica em sistemas embarcados se baseia na utilização de plataformas como PIC/dsPIC e ARM. Porém, a aprendizagem nesse tipo de plataformas muitas vezes é difícil, e tem causado muita aversão por parte dos alunos a essa área. Este trabalho propõe a utilização da plataforma Arduino™ na aprendizagem de alunos que possuem disciplinas básicas de sistemas embarcados, de microcontroladores e microprocessadores como estratégia para facilitar o rendimento nessa área, aumentando o interesse dos alunos pela área e injetando mais profissionais qualificados no mercado de trabalho embarcado.

A carga de conhecimento técnico é de extrema importância nestes sistemas, pois mesmo em nível de programação, o conhecimento da arquitetura do sistema se faz necessário, dando um nível de abstração baixo ao programador, o que dificulta a formação de mais profissionais capacitados que necessitam ter conhecimentos interdisciplinares sofisticados em cada um dos campos para a realização de seu trabalho.

A escolha da plataforma Arduino™ como objetos de estudo para este projeto advêm do nível de abstração oferecido pela plataforma à programação de sistemas embarcados, facilitando o entendimento e a aprendizagem de conceitos básicos de sistemas microcontrolados e Eletrônica geral.

Nesse projeto, apresenta-se uma introdução à plataforma Arduino™, mostrando suas vantagens e desvantagens em relação a outras plataformas comumente utilizadas no ensino de sistemas embarcados a fim de comprovar a validade do projeto.

2.2. Arduino™ x PIC

Arduino™ é uma plataforma de código aberto (OXER, 2009) baseada em um microcontrolador fabricado pela empresa Atmel®, inicialmente desenvolvido sobre o controlador Atmel® AVR® de 8-bits, mas através de novos modelos pôde ser

implementado da mesma forma para o controlador Atmel® ARM®¹ de 32-bits (TIMMIS, 2011).

Os softwares desenvolvidos como suporte para essa plataforma são: um compilador para uma linguagem de programação padrão baseada na linguagem C++, um ambiente integrado de desenvolvimento (IDE) desenvolvida na linguagem JAVA e um *software boot loader*² executado no microcontrolador. Toda a sua documentação tais como especificações de hardware, esquemáticos de montagem de placa e documentação de consulta para desenvolvedores é disponibilizada no site da fundação que mantém o projeto ativo.

A plataforma PIC³ é constituída de uma família de microcontroladores que utilizam a arquitetura Harvard⁴ e um conjunto de instruções baseado no modelo RISC⁵ desenvolvido pela Microchip Technology® (PEREIRA, 2010). Em sua família de processadores encontra-se uma vasta variedade de modelos e suporte a numerosos periféricos. Sua programação poder ser em *Assembly*, ou em linguagem C (PEREIRA, 2010), mas com diferenças em relação à implementação de algumas estruturas de dados e suporte a outras estruturas, em uma IDE desenvolvida e distribuída pela própria empresa e tem sua compilação realizada em um compilador proprietário da Microchip Technology® distribuído em versões gratuitas e pagas, sendo a diferença entre eles o suporte a instruções especiais no microcontrolador.

Podemos realizar um comparativo em relação a essas duas plataformas expondo algumas características relativas a alguns aspectos específicos relevantes à didática. A plataforma PIC exige que o seu programador tenha um conhecimento considerável em relação a hardware para que possa ser feita sua programação, tendo em vista que é necessária a configuração de cada periférico que irá ser utilizado de forma correta para que o mesmo não apresente erro em tempo de execução, e para isso tem que se ter conhecimento sobre o modo de operação e comunicação com o mesmo.

Na plataforma Arduino™ o entendimento do modo de funcionamento do periférico ainda é necessário, mas muito mais distante do *hardware*, pois sua linguagem de programação suporta o paradigma da orientação a objetos, dando um nível de abstração muito maior se comparada a outras plataformas. O conhecimento prévio de eletrônica é outro quesito que se faz presente para o aprendizado da plataforma PIC, o mesmo não é exigido de forma tão forte no início da aprendizagem da plataforma Arduino™.

Na “Figura 1” é mostrado um comparativo entre um código desenvolvido para a Plataforma Arduino™, desenvolvido da própria IDE do Arduino™ (à esquerda) e um código desenvolvido para PIC na IDE de desenvolvimento MPLAB da Microchip. Ambos os códigos mostram como pode ser feita a comunicação serial (TX/RX) no PIC enviando e recebendo uma *String* “Olá Mundo” e mostrando para o usuário a mensagem recebida.

O PIC utilizado foi o p18f46k20 e observa-se que para uma simples comunicação serial é necessário além de entender a lógica da comunicação serial é necessário, também, ler o *datasheet* do microcontrolador para entender a configuração da

¹ Acrônimo para *Acorn RISC Machine*, posteriormente *Advanced RISC Machine*, que se trata de uma arquitetura para processadores de 32 bits, utilizada na maioria dos casos em sistemas embarcados.

² Software utilizado na inicialização do microcontrolador, o qual fará a chamada do software principal.

³ Acrônimo de *Programmable Interface Controller*.

⁴ Arquitetura de processadores mais avançada que a arquitetura Von-Neumann, difere-se desta principalmente por ter o barramento de comunicação de dados independente do barramento de controle.

⁵ Acrônimo de *Reduced Instruction Set Computer*.

frequência do oscilador, saber quais as portas que podem ser utilizadas a comunicação serial para que a comunicação serial funcione corretamente.

Já programando para Arduino™ observa-se a facilidade em desenvolver para Arduino™, abstraído muitos conceitos físicos e de programação que em PIC são necessários o entendimento pelo programador de Sistemas Embarcados tem que procurar essas informações no *datasheet* do microcontrolador.

Observa-se, também, que programar para Arduino™ são necessárias menos linhas de código, devido ao fato que em Arduino™ a programação embarcada é bem mais transparente do que a programação embarcada para PIC. Facilitando que qualquer pessoa, com um conhecimento básico em Eletrônica e programação e com interesse em construir uma aplicação embarcada possa desenvolver facilmente nessa plataforma de desenvolvimento.

Outro ponto a ser levantado é a documentação de programação em relação às plataformas, onde a plataforma Arduino™ se sobressai em relação à plataforma PIC, e esta, ajuda e muito no aprendizado. Um quesito em que a plataforma PIC tem grande destaque é em sua documentação técnica a qual se apresenta completa, ainda que seja somente em inglês técnico. Essa característica tem como ponto positivo o fato que o aluno, sabendo ler em inglês, conseguiu facilmente ter acesso a sua documentação e até mesmo a exemplos de códigos para essa plataforma. Porém, a necessidade em ter que aprender inglês se torna um ponto negativo, afastando muitos alunos da área.

Baseado em outro ponto de vista temos que o ensino na plataforma PIC, apesar de mais complexo e menos didático, quando realizado com sucesso proporciona o conhecimento de maneira mais ampla sobre muitos dos componentes de hardware da maioria das plataformas, proporcionando uma migração mais facilitada, em certos casos, para outra plataforma de sistemas embarcados. Em contra partida o aprendizado em Arduino™ se dá de maneira mais rápida e introduz de forma muito precisa os princípios de funcionamento e de manipulação de periféricos dos microcontroladores.

códigoSerialArduino	
<pre>#include <SoftwareSerial.h> void setup(){ // Inicializa o Monitor Serial com 57600 de velocidade Serial.begin(57600); } void loop(){ char RxData[24]; Serial.println(" Olá Mundo!"); //envia string // Recupera os Dados for(int i = 0; i < 24; i++){ RxData[i] = Serial.read(); //recebe dados de 24 bytes } Serial.println(dados); ///imprime o dados recebidos // Realiza um Delay de 1 Segundo (1000 milissegundos) delay(1000); }</pre>	<pre>#define USE_OR_MASKS #include <pic18f46k20.h> #include "usart.h" unsigned char Rxdata[25] = {'\0'}; unsigned char Txdata[] = "Olá Mundo!\r\n"; void main(void) { unsigned char config=0,spbrg=0,baudconfig=0,i=0; CloseUSART(); //fechar USART //-----configura USART ----- config = USART_TX_INT_OFF USART_RX_INT_OFF USART_ASYNC_MODE USART_EIGHT_BIT USART_CONT_RX USART_BRGH_LOW; //-----SPBRG necessario para escolher a frequencia do oscilador //20Mhz do frequencia do oscilador e baud rate de 2400 // Velocidade Real : 9600 bps spbrg = 0x0081; //API configura USART para parametros desejados OpenUSART(config, spbrg); baudconfig = BAUD_16_BIT_RATE BAUD_AUTO_OFF; baudUSART (baudconfig); //-----USART transmissão ---- while(BusyUSART()); //verifica se Usart está ocupada putsUSART((char *) Txdata); //envia string while(BusyUSART()); //verifica se Usart está ocupada //-----USART Recepção --- getsUSART((char *)Rxdata,24); //recebe dados de 24 bytes while(BusyUSART()); //verifica se Usart está ocupada //-----USART Transmission ---- putsUSART((char *)Rxdata); //imprime o dados recebidos while(BusyUSART()); //verifica se Usart está ocupada while(1); //fim fo programa }</pre>

Figura 1 – Código serial Arduino™ x PIC18f46k20

2.3. Arduino™ x ARM

ARM é uma plataforma de desenvolvimento onde existe um Sistema Operacional (SO) embarcado, normalmente uma distribuição Linux. Ela possui um conjunto de instruções RISC e pode utilizar arquitetura von Neumann, como é o caso do ARM7, como também arquitetura Harvard, como é o caso do ARM9. O tamanho da palavra de instrução dessa plataforma é de 32 *bits*, podendo ser dividida em instruções de quatro *bytes* (WOLF, 2008).

ARM tem seus pontos positivos e negativos comparado com o Arduino™. No ARM, como já foi dito, existe a facilidade de um Sistema Operacional (SO) que torna transparente para o usuário a comunicação em nível de *bits* com a plataforma facilitando bastante o desenvolvimento nessa plataforma, além de ser uma plataforma mais robusta em termos de velocidade de processamento e de armazenamento de memória.

Porém, a dificuldade em utilizar ARM como forma de aprendizagem básica em Sistemas Embarcados é que para um aluno poder programa-la ele tem que conhecer bem o Sistema Operacional embarcado na placa, sendo necessário, através de linhas de comandos, como é o caso de distribuições Linux, por exemplo, programar e configurar o Sistema Operacional para a aplicação que se deseja construir. Essas características tornam difícil a aprendizagem de alunos que estão iniciando na área.

2.4. Aplicação da Plataforma de Desenvolvimento Arduino™ a um projeto real

A fim de comprovar resultados na eficácia da utilização do Arduino™ em comparação as outras duas plataformas de desenvolvimento citadas nesse trabalho na facilitação da aprendizagem de alunos na área de Sistemas Embarcados observou-se a curva de aprendizado de um grupo de alunos do Ensino Médio Integrado do curso de Eletrotécnica do IFCE campus Fortaleza que estão participando do Programa Petrobras de Formação de Recursos Humanos (PFRH) onde foi utilizada a plataforma Arduino™ para aprendizagem dos alunos e que teve como resultado a construção de projetos práticos com essa plataforma.

Foram desenvolvidos vários projetos. Esses projetos seguiram um cronograma de estudo teórico, pesquisa e posteriormente como resultado a construção de projetos práticos. Porém foi utilizado como objeto principal de estudo desse artigo será utilizado como análise amostral, um projeto específico com a utilização da plataforma Arduino™ para a detecção de gases desenvolvido pelos bolsistas do PFRH e alunos do IFCE: Sara Pereira de Oliveira, Amanda Mendes Gonçalves de Oliveira, Guilherme Oliveira de Sales, Clyslanya de Oliveira Vasconcelos, Brunna dos Santos Brandão.

A metodologia aplicada no projeto consistiu de trabalhos de caráter prático e teórico e primeiramente se constituiu de duas fases.

Na primeira fase os alunos realizaram uma revisão bibliográfica do conteúdo necessário para as etapas seguintes, como livros, artigos, revistas para entender os conceitos básicos que são requisitos para um bom aprendizado nas etapas seguintes. Todo este trabalho teve suporte dos professores e bolsistas do Laboratório de Ensaios Mecânicos – LEM do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE Campus Fortaleza.



Na segunda fase do projeto os alunos foram orientados em atividades práticas utilizando equipamentos disponíveis no Laboratório de Ensaios Mecânicos (LEM) do IFCE. Nesta fase os alunos tiveram a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos aprendidos na primeira fase do projeto e também aprimoraram os conhecimentos práticos sobre microcontroladores e eletrônica.

Os alunos cumpriram uma carga horária no LEM/IFCE onde puderam tirar dúvidas e realizar atividades práticas de eletrônica com os equipamentos do laboratório, assim, aprofundando os conhecimentos nos assuntos que envolvem este trabalho. Ao final dessa primeira fase, os alunos foram avaliados através de seminários apresentados para os professores e bolsistas do laboratório.

A primeira fase, de caráter teórico, foi dividida em seis etapas dividida em assuntos a serem abordados.

Na primeira etapa o assunto abordado foi microcontroladores onde eles estudaram sobre eles e suas funções e aplicações. Eles estudaram, também, sobre arquitetura de computadores, Harvard e Von-Neumann, a fim de entender sobre o que é si uma CPU, uma memória RAM, uma memória ROM, uma memória EEPROM, o que são portas de entrada/saída (I/O) (PATTERSON, 2005).

O segundo assunto e segunda etapa foi o estudo do ATmega™ que é o microcontrolador utilizado nas várias versões do Arduino™, onde foi compreendido seus tipos de arquitetura, memória e CPU.

Na terceira etapa os alunos estudaram os tipos de Arduino™ existentes: Duamilinove, UNO, Mega e Lilypad. Observando suas aplicações, quantidade de pinos de entrada e saída, a alimentação das placas, a corrente nos pinos existentes em cada tipo de placa Arduino.

Depois, na quarta etapa, foi estudado os periféricos do Arduino™ como módulo câmera USB, acelerômetro, *bluetooth serial*, *shield ethernet*, *monster motor shield*, *video game shield*, *shield LCD*, *shield MP3*, *USB host shield*, *shieldwifly*, *shield GPS* e os diversos tipos de sensores que podem ser usados em aplicações com a placa como: sensor magnético, sensor de luz, sensor de som, sensor de gás, sensor de temperatura e umidade, sensor ultrassônico que foram utilizados nos projetos desenvolvidos pelos alunos para aplicações específicas.

Na quinta etapa foram estudados projetos diversos em que se utilizava Arduino™ para se ter uma visão geral e ajudar os alunos a terem ideias e construir seus próprios projetos. Como exemplos de projetos mais complexos como automação residencial utilizando o Arduino™, onde o usuário utilizava um celular com sistema operacional Android™, com a ajuda do Arduino™, comandavam a casa, como acender e apagar lâmpadas, ligar e desligar eletrodomésticos, abrir e fechar portões. Outro projeto importante foi o detector de gás, escolhido para ser mentado posteriormente, que detectava a presença de gases inflamáveis no ambiente e, com o apoio do Arduino™, alertava o usuário emitindo sinais sonoros e visuais.

Na sexta e última etapa foi estudado a programação para Arduino™ como: a IDE para programação em Arduino™, o compilador utilizado e a linhagem de programação utilizada para a construções de aplicações.

Na segunda fase do projeto os alunos aplicaram seus conhecimentos teóricos na construção de aplicações diversas com a utilização, principalmente, de sensores. Os alunos construíram e apresentaram em feira de ciências no IFCE – Campus Fortaleza como os seguintes projetos:

Sensor de gás: O projeto na utilização de um sensor de gás (*shield*) (Figura 2), que é o objeto de estudo principal deste artigo, ligado a uma placa Arduino por comunicação serial. O sensor de gás é um projeto simples, mas funcional baseado no sensor V1-3. O projeto possui aplicações residenciais e industriais, onde pode ser usado para detectar início de incêndio, e possíveis fugas de gases inflamáveis, onde irá nos alerta com sinais visuais e sonoros. Como detectores de gás específico, a resposta do sensor serve como ponto referência ou de escala.

Um projeto futuro é a criação um biodigestor com a utilização desse sensor de gás.

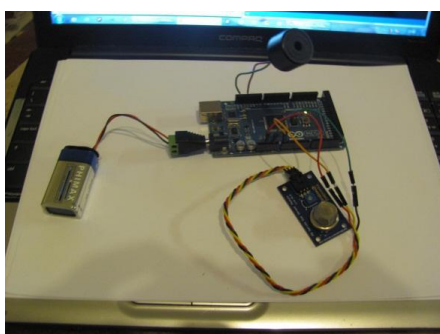


Figura 2 – Sensor de Gás.

Carrinho inteligente: O projeto consiste em um carrinho com sensores de presença ultrassom ligados a uma placa Arduino™ por comunicação serial e acoplados a uma estrutura mecânica de carrinho. O carrinho se desloca e quando percebe um obstáculo ele desvia. Esse projeto foi mais complexo devido ao fato que os alunos tiveram aprender além da programação e eletrônica, eles tiveram que aprender sobre um pouco de sobre mecânica também.

3. CONCLUSÃO E RESULTADOS

A execução do projeto teve como resultado a redução da curva de aprendizagem dos alunos que participaram do projeto. A execução do projeto teve como resultado a redução da curva de aprendizagem dos alunos que participaram do projeto.

No início do projeto os alunos cursavam o segundo semestre de um curso Técnico Integrado de nível médio e conseguiram em pouco tempo construir projetos reais sem terem quase nenhum conhecimento de programação, possuindo um conhecimento básico de eletrônica.

Comparando com curva de aprendizagem de alunos de cursos de Engenharia que estudam sistemas embarcados na sua grade de ensino do próprio IFCE e que

normalmente usam a plataforma PIC como forma de aprendizado percebe-se que a curva de aprendizado com a utilização da plataforma Arduino™ é reduzida.

Nos cursos de Bacharelado em Engenharia de Computação, de Bacharelado em Engenharia de Telecomunicações e de Bacharelado em Engenharia de Mecatrônica, que são ofertados no IFCE que possuem, normalmente, disciplinas de microcontroladores e microprocessadores e disciplinas de sistemas embarcados somente no quarto, quinto, ou sexto semestre.

Para que os alunos possam estudar essas disciplinas é necessário todo um embasamento teórico e prático tendo disciplinas aprofundadas como pré-requisito como as disciplinas: arquitetura de computadores, eletrônica digital e analógica, cadeiras de análise de circuito e disciplinas de programação.

Mesmo com todo esse embasamento muitos alunos têm dificuldades em aprender e acabam por não enveredar para a área de sistemas embarcados, reduzindo assim o número de profissionais nessa área que são injetados no mercado de trabalho.

Na “Figura 3” é mostrado um comparativo, em termos de tempo de aprendizagem em meses, entre a utilização, no modelo atual de ensino, da plataforma PIC/dsPIC nos cursos de engenharia do IFCE e a utilização da plataforma Arduino™ no projeto que Petrobras que os alunos de nível médio do curso Técnico Integrado em Eletrotécnica dessa mesma instituição de ensino participaram.

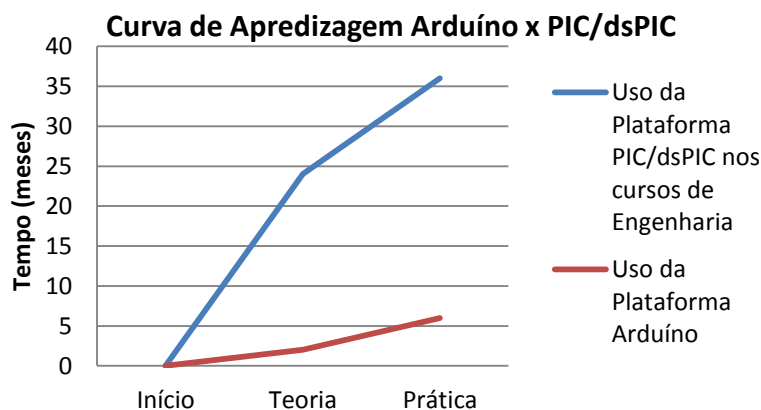


Figura 3 – Curva de aprendizagem Arduino x PIC/dsPIC.

O gráfico mostra a curva de aprendizagem dos alunos dos cursos de engenharia do IFCE que estudam sistemas embarcados desde o início, em que os alunos ainda estavam começando a aprendizagem em sistemas embarcados, com o estudo teórico básico em disciplinas básicas, até a construção de projetos práticos em disciplinas do curso em comparativo com a curva de aprendizagem dos alunos do curso integrado em eletrotécnica que participaram do projeto da Petrobras, também, desde o início, com o estudo teórico básico até a construção de projetos práticos no decorrer do projeto.

Observa-se que nos cursos de engenharia a base teórica com disciplinas teóricas como arquitetura de computadores, microcontroladores, eletrônica analógica e digital, análise de circuitos, por exemplo, são ministradas nos quatro primeiros semestres de

curso (24 meses) e construção do primeiro projeto, em si, do quarto ao sexto semestre em média.

Já no Projeto em que foi aplicada a utilização da plataforma Arduino™ para a facilitação da aprendizagem. Os alunos conseguiram construir projetos práticos em seis meses, precisando somente de dois meses de estudo teórico básico.

Na “Tabela 2” são mostrados os dados relativos ao número médio de alunos observados nos curso de uma turma de Engenharia de Computação observada desde o ingresso da turma até a conclusão do ciclo básico de ensino na área embarcada e os alunos do curso Técnico Integrado em Eletrotécnica que participavam do PFRH. Na Engenharia os alunos tiveram como base na aprendizagem embarcada a plataforma PIC e no curso Integrado a plataforma Arduino™.

Tabela 2 – Dados sobre a quantidade média de alunos estudados por período.

Curso	Período	Quantidade média de alunos estudados
Engenharia de Computação	2009.2 – 2012.2	23,5
Técnico Integrado em Eletrotécnica	2012.2 – 2013.1	5,0

É fácil perceber que tanto em termos de aprendizagem, como em termos práticos os alunos de nível médio, no qual foi testado o modelo proposto por esse artigo, aprenderam em bem menos tempo, inclusive com construção de projetos palpáveis, do que os alunos que estão no atual modelo de ensino.

A utilização da plataforma Arduino™ facilita a aprendizagem de Sistemas Embarcados pela facilidade na construção de projetos sem mesmo possuir conhecimentos aprofundados em eletrônica e em programação.

O uso dessa plataforma pode ser utilizada em vários cursos técnicos, profissionalizantes, ou até mesmo em cursos de engenharia como introdução básica a área embarcada facilitando na aprendizagem dos conceitos básicos da área embarcada para posteriormente se utilizar plataforma como PIC, dsPIC e ARM. Pois o uso do Arduino™ possibilita um retorno em termos de resultados muito rápido ajudando tanto na aprendizagem dos conceitos básicos, como também no estímulo a enveredar na área.

Agradecimentos

Ao professor, pesquisador e doutor, Auzuir Ripardo de Alexandria, pela revisão do texto. Aos bolsistas do PFRH e alunos do curso Técnico Integrado em Eletrotécnica do IFCE, pelo empenho em ajudar na escrita e na comprovação prática da proposta deste artigo. E a Marina Oliveira Sampaio do curso Licenciatura em Letras Português e Espanhol da Universidade Federal do Ceará (UFC) pela ajuda na revisão ortográfica do texto.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



NICOLOSI, Denys E. C. Laboratório de microcontroladores: família 8051: treino de instruções, hardware e software. São Paulo (SP): Érica, 2002. 206 p, il.

OLIVEIRA, A. S; Andrade, F. S. Sistemas Embarcados Hardware e Firmware na Prática. 1. ed. São Paulo: Erika, 2006. 315 p, il.

OLIVEIRA, K.D; SILVA, J.F.M.C; TEIXEIRA, R.G.F; ALVES, L.E.B; SANTOS, D.M.S; MENEZES, J.W.M.M. Construindo Veículo Teleoperado com arduino para auxilio no ensino de sistemas embarcados e robótica móvel. Anais: VII CONNEPI – Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas: IFTO, 2012.

OXER, Jonathan; BLEMING, Hugh. Pratical Arduino: Cool Projects for Open Source Hardware. Nova Iorque (NY): Apress, 2009. 456 p, il.

PATTERSON, David A. Organização e projeto de Computadores. Rio de Janeiro (RJ): Elsevier, 2005. 484 p, il.

PEREIRA, Fábio. Microcontroladores PIC18: detalhado hardware e software. 1.ed. São Paulo (SP): Érica, 2010. 304 p, il.

TIMMIS, Harold. Pratical Arduino Engineering. Nova Iorque (NY): Apress, 2011. 328 p, il.

WOLF, Wayne Hendrix, Computers as components principles of embedded computing system Design. 2. ed Burlington (USA): Morgan Kaufmann, 2008. 1167 p, il.

USE OF THE ARDUINO FOR LEARNING EMBEDDED SYSTEMS

Abstract: *The current model of education for teaching concepts, programming and electronics embedded systems is based on the use of platforms such as PIC, dsPIC and ARM. But this type of learning platforms is often difficult to learn and it has caused aversion in students that want learn this area. This paper proposes to use the Arduino™ platform on student learning of engineering courses, technical courses, vocational courses that have basic disciplines of embedded systems, microcontrollers and microprocessors as a strategy to facilitate learning in this area, increasing student interest in the area and putting in the labor market more skilled student . In this paper presents an introduction to Arduino™ platform, showing their advantages and disadvantages compared to other platforms commonly used in teaching embedded systems. To prove that the model is effective. The model was implemented in a group of students from the Technical Integrated course in Electrotechnology from Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Campus Fortaleza who had almost no basis in programming and electronics . The results show that the students were able to learn well the concepts of embedded systems, and as a product managed to develop hardware designs and software that were presented in the science in the Instituto Federal itself.*

Key-words: *Arduino, Embedded Systems, Facilitating Learning, Electronics and Programming, Project Petrobras*