

## EXPERIÊNCIAS DE APRENDIZAGEM BASEADO EM PROJETOS NO ENSINO DA GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

Jonas Mateus da Silva Galindo – [jmsg@discente.ifpe.edu.br](mailto:jmsg@discente.ifpe.edu.br)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Garanhuns  
Rua Padre Agobar Valença, s/n – Severiano Moraes Filho  
55299-390 – Garanhuns – Pernambuco

José Emanuel da Silva Plácido – [jesp@discente.ifpe.edu.br](mailto:jesp@discente.ifpe.edu.br)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Garanhuns  
Rua Padre Agobar Valença, s/n – Severiano Moraes Filho  
55299-390 – Garanhuns – Pernambuco

Jackson Alves de Araújo – [jaal@discente.ifpe.edu.br](mailto:jaal@discente.ifpe.edu.br)  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Garanhuns  
Rua Padre Agobar Valença, s/n – Severiano Moraes Filho  
55299-390 – Garanhuns – Pernambuco

**Resumo:** Este artigo relata as experiências adquiridas pelos discentes na disciplina de Microcontroladores quando aplicada a metodologia de ensino baseada em projetos. A Turma foi dividida em quatro grupos para desenvolverem quatro protótipos reais em escala laboratorial ao longo do semestre 2018.2, onde as avaliações foram baseadas nos resultados experimentais obtidos durante as montagens por meio de duas apresentações. Em todos os projetos o microcontrolador é o cérebro do protótipo, este recebe as leituras dos sensores, processa a informação e envia os dados para o sistema de supervisão e comando local ou remoto. Todos os projetos desenvolvidos possuem supervisão local e/ ou remota dos dados medidos. Nesta metodologia o aluno passa a ser o agente ativo dos processos de ensino e antecipa situações vividas pelo futuro engenheiro. A metodologia proposta pode ser usada como uma ferramenta de combate à evasão/ retenção dos alunos na graduação. A maioria dos discentes (95%) se sentiu motivada a estudar/ conhecer a disciplina, quando esta foi ministrada utilizando a metodologia baseada em projetos.

**Palavras-chave:** Protótipo didático. Aprendizagem ativa. Arquitetura distribuída.

### 1 INTRODUÇÃO

O uso de redes sem fios vem se tornando cada vez mais corriqueiro no cotidiano da população, sendo um propulsor no desenvolvimento de novas tecnologia para atender as demandas modernas da sociedade. Atualmente (2019), a internet das coisas (IoT) e a internet industrial destaca-se nas novidades nas áreas de automação industrial e residencial. Neste contexto antecipar as vivências do futuro profissional e expor o aluno ao maior número de tecnologias e processos industriais é um desafio a escolas de engenharia do país.

Dentre os métodos de aprendizagem ativa utilizados no ensino de engenharia, pode-se destacar os métodos de aprendizagem baseada em problemas e de aprendizagem baseada em projeto, que possuem nomes muito semelhantes e são referenciados na literatura pelo mesmo acrônimo em inglês (*Project-Based Learning - PBL*). A aprendizagem baseada em problemas

tem como base introduzir um problema real de engenharia para os alunos, geralmente dentro de um cenário (COCOTA, *et al*, 2014).

Em um primeiro momento os estudantes são convidados a definir o problema e, em seguida, são orientados a apresentar soluções alternativas por meio de uma tempestade de ideias em seções estruturadas de aprendizagem baseada em problemas, de forma que venham a convergir em uma solução a partir da obtenção de novas informações e na condução de análise e/ou experimentação. Na aprendizagem baseada em projeto, um problema real também é dado aos alunos, mas com um cenário reduzido, em que são definidas as metas de um projeto que devem ser cumpridas dentro de limitações técnicas e econômicas (GUZELIS, 2011).

No curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica do IFPE - *Campus* Garanhuns a metodologia de ensino baseado em projetos foi vivenciada pelos alunos no semestre 2018.2 na disciplina Microcontroladores como uma ferramenta inovadora na aprendizagem dos alunos.

A turma composta por 12 alunos foi dividida em 4 grupos distintos com aplicações reais da indústria diferentes, a saber: Projeto 01 – Fechadura biométrica com supervisão/acionamento remoto via aplicativo Bluetooth, Projeto 02 – Montagem de uma maquete de uma dosadora com supervisão remota de dados, Projeto 03 – Monitoramento de grandezas elétricas e físicas em uma planta experimental de geração eólica, Projeto 04 – Sistema de monitoramento de sinais fisiológicos e localização de caprinos. A disciplina é semestral, logo o problema foi apresentado no início do semestre para as equipes, a montagem aconteceu por etapas ao longo do semestre.

Toda semana (sexta-feira – aula da disciplina) havia o acompanhamento da meta estabelecida para semana, se a equipe obteve sucesso avança para próxima etapa de projeto, caso contrário o professor discute com a equipe os entraves e juntos apontam soluções para finalizar a etapa da semana.

O principal objetivo do trabalho proposto foi desafiar os alunos de graduação, que alcançariam a motivação plena quando concluído com êxito o trabalho. As métricas específicas foram: Consolidar os conhecimentos obtidos na disciplina de Microcontroladores na implementação de uma aplicação real na área estudada; Motivar os estudantes para a área de Automação e Controle Industrial, provocando o interesse pelas tecnologias empregadas e pelas possibilidades de atuação na sociedade; Desenvolver trabalhos interdisciplinares, promovendo a integração de conceitos das áreas de matemática, física, eletrônica, programação e instrumentação.

Neste Artigo será apresentado os detalhes do Projeto 01 desenvolvido pela equipe J3 Tecnologia. Para estimular a criatividade dos alunos, foi dada a liberdade de escolha dos materiais, dos componentes e da linguagem de programação a serem utilizados no desenvolvimento do Projeto.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A tecnologia Bluetooth é uma das mais difundidas atualmente (2019), esta é usada para estabelecer a comunicação sem fio em redes domésticas (do inglês, *Personal Area Network - PAN*). Com ela é possível a comunicação via rádio de qualquer dispositivo que possua um chip Bluetooth, possibilitando assim o desenvolvimento de uma rede pessoal, que conecta diversos dispositivos tais como, smartphones, smartwatches, smartbands, aparelhos de televisão, geladeiras, integrando assim uma ampla variedade de dispositivos, que podem agora se comunicar de maneira simples através da troca de dados.

A taxa de transferência de dados atualmente é na faixa de 1 MBPS, atuando em um raio que varia 10 m até 100 m, utilizando uma frequência de 2,4 GHz (IEEE 802.15.4, 2006). O sinal de Bluetooth propaga-se em todas as direções, não precisando de alimentação, como necessita a rede sem fio infravermelho. O seu funcionamento consiste no modelo mestre-escravo, onde um dispositivo da malha conectada é considerado o principal e os demais seguem seu padrão de configuração, é determinado um padrão de comunicação para que seja possível a transmissão de dados. Trata-se de uma rede sem fio de baixo custo e de fácil instalação, não necessita de profissionais especializados.

### 3 A DISCIPLINA DE MICROCONTROLADORES

A disciplina de Microcontroladores do curso de graduação em Engenharia Elétrica do IFPE Campus Garanhuns possui um conteúdo amplo e uma carga horária limitada a 60 horas/relogio, sendo quatro horas-aula por semana, incluindo o tempo necessário para a avaliação dos alunos no semestre. Para o ensino da disciplina, o conteúdo foi organizado como apresentado na Tabela 1. O trabalho proposto aos alunos ajudou no aprendizado da disciplina, suprimindo o tempo limitado do curso, facilitando na fixação de conceitos relacionados a eletrônica, circuitos elétricos, redes digitais, sensores inteligentes, programação e gestão de tempo/ recursos.

Tabela 1. Conteúdo Programático da disciplina Microcontroladores.

Semana	Conteúdo
1	Apresentação do curso e da proposta de trabalho aos alunos
2	Principais características, tipos de arquiteturas, memórias internas, registradores, modos de endereçamento
3-4	Instruções; compiladores e ferramentas de desenvolvimento
5-6	Portas de E/S; Saídas e entradas digitais; Saídas e entradas analógicas; temporizadores e contadores; interrupções;
7-8	Geração de sinais PWM; Conversão analógica/digital
9-10	Apresentação dos resultados parciais do projeto pelas equipes
11	Comunicação serial; Controle de teclado matricial e display LCD.
12	Integração Arduino e PROCESSING I3
13-14	Integração Arduino e Elipse Scada
15-16	Configuração aplicações com Bluetooth
17-18	Configuração de aplicações web com o ThingSpeak
19	Integração das etapas de projeto.
20	Apresentação do protótipo e testes de validação

Fonte: Autor.

A avaliação dos Projetos foi efetuada em duas etapas, valendo as duas notas no semestre. Primeiro, o funcionamento dos dispositivos foi demonstrado de forma isolada, como ocorre em testes de *startup* em plantas industriais (avaliação dos resultados parciais na 10ª semana). Depois, os alunos apresentaram o funcionamento dos dispositivos de forma integrada, comunicando em uma rede industrial e / ou doméstica (avaliação do protótipo na 20ª semana), para a realização dos testes experimentais em cada protótipo desenvolvido (04 protótipos ao todo). A nota da avaliação em cada Unidade foi dividida entre apresentação, relatório e trabalho prático.

A primeira apresentação do trabalho teve como finalidade a verificação do funcionamento de cada dispositivo de forma isolada. Foi entregue o diagrama de fiação/ ligação dos sensores/ atuadores ao microcontrolador, os códigos em linguagem C para comando dos diversos dispositivos, os programas da aplicação Scada e a programação da supervisão remota. Para a supervisão remota alguns grupos optaram pela criação do servidor

Web, outros pelo uso da ferramenta ThingSpeak e outros pela criação de um aplicativo Bluetooth para dispositivos móveis.

A segunda apresentação foi realizada no final do semestre e marca a consolidação da metodologia de ensino baseado em projetos, os testes de validação do protótipo desenvolvido. Os grupos apresentaram o produto final após integração de todos os dispositivos (sensores e atuadores) que compõe o protótipo, os testes de avaliação consistiram em avaliar o desempenho do microcontrolador em receber e enviar dados de forma precisa e eficiente no controle do protótipo, após apresentação final para uma banca composta por três professores da área, sugestões de melhorias foram apontadas nos protótipos confeccionados.

Caso algum grupo não conseguisse concluir o protótipo com êxito ou não aceitasse o modelo de ensino proposto, para este é facultado a escolha entre o método tradicional (provas escritas) ou o método baseado em projeto (montagem do projeto proposto). Em ambos os casos foi assegurado o direito a recuperação de uma das Unidades do Semestre (Nota da Unidade I e Nota da Unidade II). Caso o aluno não consiga média final no semestre maior ou igual a 7,0 foi assegurado o direito a prova final do componente. Na Turma de Microcontroladores do Semestre 2018.2 todos os alunos sem envolveram na metodologia baseada em projetos, apresentando resultados satisfatórios.

#### 4 METODOLOGIA

No ensino baseado em projetos o aluno passa ser agente ativo do processo e o professor atua como um consultor, orientando o aluno nas etapas propostas, auxiliando na melhor solução e no *feedback* de informações técnicas, na gestão de tempo e na gestão dos materiais.

A metodologia de projeto consistiu nas seguintes etapas para todos os Grupos: : (A) pesquisa de mercado e levantamento de campo; (B) projeto básico (desenhos, esquemas elétricos, lista de execução do tipo DE-PARA e lista de materiais); (C) compra dos equipamentos e componentes; (C) montagem física da parte de *hardware* – ligação dos sensores e atuadores ao microcontrolador; (D) calibração dos sensores; (E) construção e validação do sistema de medição, aquisição e armazenamento de dados; (F) projeto e validação do sistema de monitoramento local; (G) projeto e validação do sistema de supervisão remota; (H) testes experimentais no protótipo; (I) apresentação e discussão dos resultados.

O *Campus* disponibilizou parte dos materiais e a infraestrutura dos laboratórios de ensino para as montagens realizadas pelos grupos. O projeto visa aproximar o discente de tecnologias e desafios vivenciados no cotidiano do futuro engenheiro.

Os projetos propostos pelo professor da disciplina de Microcontroladores no semestre 2018.2 e as especificações técnicas foram: Projeto 01 (Fechadura Biométrica com supervisão remota) - este projeto consiste na abertura/ fechamento de uma porta de três diferentes formas: (1) pelo uso da digital no sensor biométrico instalado na porta, (2) pela digitação da senha no teclado matricial, (3) pelo aplicativo Bluetooth, em ambas situações o microcontrolador liga ou desliga a trava elétrica da porta; Projeto 02 (Montagem de uma maquete de uma dosadora com supervisão remota) – o objetivo do trabalho é o montagem em escala laboratorial de um processo de mistura industrial, composto por três tanques secundários que contém os ingredientes e um tanque principal onde a mistura é preparada, dentro do tanque principal foi instalado um misturador e todo o processo é assistido por meio de um supervisor Scada que recebe as informações do microcontrolador e apresenta em tela específica; Projeto 03 (Monitoramento de grandezas elétricas e físicas em uma planta de geração eólica) – o objetivo é o desenvolvimento de telas de supervisão local e remota para as medições de potência gerada, temperatura, umidade e velocidade dos ventos na planta de

geração eólica do Campus; Projeto 04 (Sistema de monitoramento de sinais fisiológicos e localização de caprinos) - o objetivo é o desenvolvimento de telas supervisão local e remota para as medições de temperatura corpórea, frequência cardíaca, frequência respiratório, temperatura corpórea e a localização de um caprino. Em todos os projetos o microcontrolador é o cérebro da arquitetura, pois ele recebe as informações das medições e envia para a supervisão local e remota ou envia para os diversos atuadores instalados no protótipo.

## 5 O PROJETO DESENVOLVIDO

Devido às limitações de páginas será apresentado as características de montagem do Projeto 1, a fechadura biométrica. Inicialmente foi feita a revisão bibliográfica nas seguintes plataformas acadêmicas: IEEE Explorer Digital Library, Periódico Capes e Google Acadêmico, dessa pesquisa foram escolhidos alguns artigos que servirão de base do projeto (VELOSO, 2012), (MOCELLIN, *et al*, 2013) e (MENEZES, 2018). Em seguida foi elaborado os desenhos 2D e 3D do protótipo bem como a lista de material com o respectivo orçamento.

Os materiais utilizados para confecção do protótipo experimental estão dispostos na Tabela 2. O custo total do protótipo foi de R\$ 456,00.

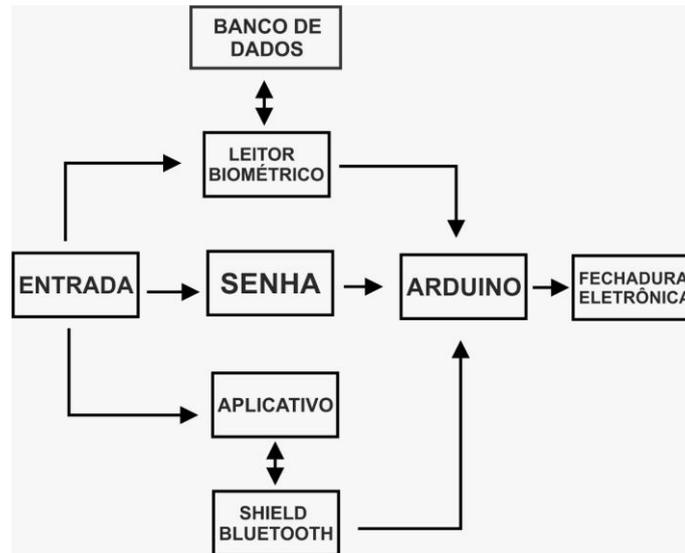
O Grupo de alunos programou a fechadura eletrônica para abrir por meio do teclado matricial, pelo sensor biométrico ou pelo aplicativo Bluetooth. O aplicativo desenvolvido em linguagem Java se comunica com o microcontrolador através do Bluetooth e o sensor biométrico adquirido possui um banco de dados interno. O diagrama de blocos da Figura 1, ilustra o funcionamento da fechadura eletrônica.

Tabela 2. Lista de material utilizada na confecção da fechadura biométrica com supervisão.

Materiais	Quantidade	Preço unitário (R\$)	Total (R\$)
Arduino MEGA + cabo USB	1	94,90	94,90
Módulo Bluetooth BLE V4.2 JDY-18	1	34,90	34,90
Jumpers macho-fêmea	40	0,30	11,90
Protoboard 830 pontos	1	15,90	15,90
Leitor biométrico para Arduino JM101 + Cabo	1	153,81	153,81
Trava elétrica solenoide 12Vcc	1	34,90	34,90
Display LCD 16x2 com fundo azul	1	16,86	16,86
Módulo Relé 5V 10A 1 Canal	1	9,98	9,98
Teclado Matricial de Membrana 16 Teclas	1	9,90	9,90
Potenciômetro Linear 100kΩ	1	2,90	2,90
Porta 20x60cm	1	70,00	70,00
Total: 455,95 R\$			

Fonte: Autor.

Figura 1 - Diagrama de blocos da arquitetura de funcionamento da fechadura eletrônica.



Fonte: Autor

Vale ressaltar que o aplicativo só funciona em smartphones com sistema operacional Android e o mesmo foi desenvolvido pelo programa Android Studio. Por meio do aplicativo é possível conectar o celular ao módulo Bluetooth, para abrir ou fechar a porta. Na Figura 2 é ilustrada a aplicação Bluetooth desenvolvida pela equipe J3 Tecnologia.

O protótipo desenvolvido recebe as medições de campo e envia para o aplicativo Bluetooth, onde o monitoramento do processo é realizado remotamente (limitação de 15m da tecnologia Bluetooth). Sendo assim, o microcontrolador Arduino MEGA se mostrou uma ferramenta muito útil para solucionar o problema que motivou a criação do projeto, já que além de ter um custo baixo e a capacidade de se comunicar com o módulo Bluetooth, também pode ser programado através do *Arduino Software (IDE)* que é uma plataforma eletrônica *Open Source*, tornando possível uma grande customização para que se atenda a todos os pré-requisitos do projeto.

Figura 2 – Tela do aplicativo Bluetooth desenvolvida.

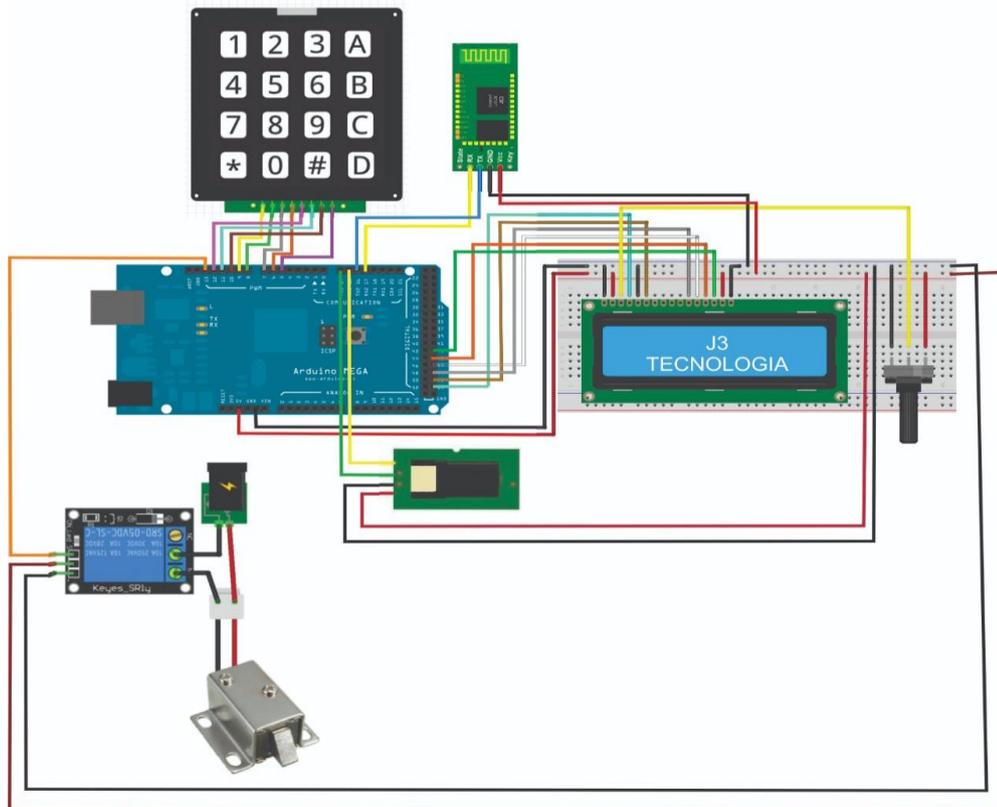


Fonte: Autor

A princípio, o microcontrolador escolhido para realizar o projeto foi o Arduino Uno R3, porém, o mesmo não atendia as necessidades dos alunos para realizar o projeto (número limitado de portas). Dessa forma, o Grupo optou por utilizar o Arduino MEGA, visto que, o

mesmo possui amplo número de saídas e entradas digitais. A Figura 3 ilustra o esquema de ligação elétrica da fechadura eletrônica.

Figura 3 – Diagrama de ligação dos sensores e atuadores ao microcontrolador.



Fonte: Autor

Além do protótipo desenvolvido foi confeccionado um guia descrevendo o passo-a-passo da programação e ligação dos sensores ao microcontrolador para uso por outros alunos e/ ou Instituições de Ensino, o guia está disponível na página eletrônica do Orientador do Trabalho.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a montagem física do protótipo foram iniciados os testes de comunicação para comando de abertura e fechamento da porta, vale salientar que toda as ações de comando estão sendo executadas pelo microcontrolador. Este funciona como o cérebro do produto (protótipo) recebendo as medições dos sensores, que informam o estado do processo e atua fornecendo energia para o comando da trava elétrica 12 Vcc (atuador elétrico). Na Figura 4 o protótipo construído pelo Grupo 01 após 06 meses de trabalho.

Figura 4 – Protótipo da fechadura eletrônica construído pelos alunos.



Fonte: Autor

As principais dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto foram: na leitura de diagramas elétricos, na programação em C para o microcontrolador, na programação em Java para o módulo Bluetooth e na confecção da placa de circuito impresso.

Ao término do componente curricular foi solicitado o preenchimento de um questionário web para aferir a satisfação dos discentes para avaliar a metodologia de ensino baseada em projetos. Os resultados da pesquisa de opinião feita com os alunos do 5º período de Engenharia Elétrica do IFPE estão ilustrados na Tabela 3.

Tabela 3. Respostas dos alunos ao questionário Web.

Respostas	A%	B%	C%	D%	E%
A execução do projeto contribuiu em minha motivação para a conclusão do curso.	65,0	35,0	0,0	0,0	0,0
O trabalho possui vínculo com o conteúdo teórico da disciplina.	42,0	40,0	13,0	5,0	0,0
A execução do trabalho me motivou no estudo da disciplina.	45,0	46,0	9,0	0,0	0,0
Eu recomendaria a outros discentes cursar a disciplina com a metodologia adotada.	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0
O período para a execução dos trabalhos foi adequado.	32,0	35,0	12,0	21,0	0,0
O trabalho contribuiu no desenvolvimento de habilidades para minha formação profissional.	64,0	31,0	5,0	0,0	0,0

A = Concordo Plenamente, B = Concordo, C = Neutro, D = Discordo, E = Discordo Totalmente.

Uma informação importante é disponibilizada na Tabela 3, é possível observar que a maioria dos discentes (95%) se sentiu motivada a estudar/conhecer a disciplina, quando esta foi ministrada utilizando a metodologia baseada em projetos, quando esta ministrada na metodologia convencional (aula expositiva e provas escritas), a tarefa de ensinar torna-se cansativa e de difícil compreensão devido ao quantitativo de expressões lógicas, bem como o nível de abstração. Outro resultado positivo diz respeito ao quantitativo de discentes que enxergaram aplicações reais da disciplina, um dos desafios da realidade do futuro engenheiro.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho relatamos o uso da metodologia de ensino baseada em projetos no ensino de engenharia na disciplina de Microcontroladores vivenciada pelos discentes no semestre 2018.2. A execução deste trabalho possibilitou explorar conceitos básicos de programação em linguagem C com os alunos de graduação. O conteúdo teórico da disciplina foi explorado em conjunto com o projeto que foi desenvolvido ao longo de seis meses, culminando com o produto final (protótipo). Os conceitos básicos relacionados a eletrônica, programação, ações de controle, gestão do tempo, instrumentação e gestão de materiais, foram explorados pelos discentes, configurando como um trabalho multidisciplinar.

Acredita-se que os objetivos foram alcançados e que o sucesso foi possível graças ao envolvimento dos alunos. Espera-se que essas experiências possam ser úteis a outros grupos de estudantes de graduação na disciplina em foco em outras disciplinas do ciclo profissional do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica.

Como trabalhos futuros, pode se explorar a integração entre os projetos desenvolvidos pelos diversos Grupos de Trabalho ou cada projeto pode receber novos elementos ou até mesmo interagir com outros processos em uma cadeia de um processo industrial maior, incorporando novos sensores, atuadores e mecanismos.

### *Agradecimentos*

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - *Campus Garanhuns*.

## REFERÊNCIAS

### *Artigos de periódicos:*

COCOTA JÚNIOR, J. A. N.; D'ANGELO, T.; MONTEIRO, P. M. B. Experiências de Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Robótica. **VAEP-RITA**, v.2, n.4, p1-8, 2014.

GUZELIS, C. Problem based learning versus project-based learning in electrical-electronics engineering programs, **IEEE-ELECO**, Dec. 2011, pp. II-40.

### *Monografias, Dissertações e Teses:*

MENEZES, Arly Assis Martins Cordeiro. **Implementação de um sistema de acesso pessoal ao Laboratório de Automação Predial do DECAT**. 2018. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Controle e Automação), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018.

MOCELLIN, Gionatta; WOBETO, Laura; SOLIS, Thayse Marques; NETO, Waldir Marin. **TABiR – Trava com Abertura Biométrica ou Remota**. 2013. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia da Computação), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

VELOSO, Cesar Henrique Guadagnino. **Sistema de Trava por Biometria Digital com Arduino**. 2012. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Análise e Desenvolvimento de Sistemas), Fundação Educacional do Município de Assis, Assis - SP, 2012.

**Normas:**

IEEE STANDARDS. **IEEE 802.15.4: Bluetooth Technology**. New York, 2006.

## **EXPERIENCES OF LEARNING PROJECTS-BASEAD IN GRADUATE EDUCATION IN ELECTRICAL ENGINEERING**

**Abstract:** *The paper reports the experiences acquired by the students in the discipline of Microcontrollers when applied the methodology of teaching based on projects. The Class divided into four groups to develop four real prototypes in laboratory scale throughout the semester 2018.2, where the evaluations based on the experimental results obtained during the assemblies through two presentations. In all designs, the microcontroller is the brain of the prototype; it receives the readings from the sensors, processes the information and sends the data to the local or remote supervision system. All developed projects have local and / or remote monitoring of measured data. In this methodology, the student becomes the active agent of the teaching processes and anticipates situations experienced by the future engineer. Use the proposed methodology as a tool to combat student evasion / retention at graduation. The majority of students (95%) felt motivated to study / learn the discipline when it taught using the project-based methodology.*

**Key-words:** *Didactic prototype. Active learning. Distributed architecture.*