

## Desenvolvimento de Sistema de Monitoramento IoT Utilizando Princípios de Aprendizagem Baseada em Projetos

Manuel Arthur de Souza Maciel<sup>1</sup>, Antonio Lincoln Lima Caetano<sup>2</sup>, Pedro Vitor de Sousa Guimarães<sup>3</sup>, Sandro Cesar Silveira Jucá<sup>4</sup>

Bloco da Computação – Instituto Federal do Ceará (IFCE)  
Av. Parque Central, 1315 – Distrito Industrial I – Maracanaú – CE – Brasil  
{manuel.ifce,sandro.juca,pedrovitorti,ant.lincoln}@gmail.com

**Abstract.** *This article describes a methodology based on Project-Based Learning (PBL) and reports its application in the teaching of the disciplines of Embedded Systems taught to undergraduate students in Computer Science of the Federal Institute of Ceará - IFCE. Addressing the development of a Prototype composed of two Software and Hardware Configuration Items: a temperature and humidity monitoring system and a web system for online data presentation in real time (IoT System). The prototype allowed students to understand concepts and principles of WEB monitoring and apply them to a case study.*

**Resumo.** *Este artigo descreve uma metodologia de Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) e relata sua aplicação no ensino da disciplina de Sistemas Embarcados ministrada aos estudantes de graduação em Ciência da Computação do Instituto Federal do Ceará – IFCE. Abordando o desenvolvimento de um protótipo composto de dois Itens de Configuração de Software e Hardware: um sistema de monitoramento de temperatura e umidade e um sistema WEB para apresentação dos dados online em tempo real (Sistema IoT). O protótipo propiciou aos alunos compreender conceitos e princípios de monitoramento WEB e aplicá-los a um estudo de caso.*

### 1. Introdução

Do inglês *Internet of Things* (IoT), a *Internet* das Coisas refere-se à integração de objetos físicos e virtuais em redes conectadas à *Internet*, permitindo que “coisas” colem, troquem e armazenem uma enorme quantidade de dados na nuvem, em que uma vez processados e analisados esses dados, geram informações e serviços em escala inimaginável. [ALMEIDA 2015].

A Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) consiste “em permitir que os estudantes confrontem as questões e os problemas do mundo real que considerem significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo de forma cooperativa em busca de soluções” [Bender 2014]

Em relação ao desenvolvimento do projeto, foi utilizado o princípio de Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP), que consiste “em permitir que os estudantes possam confrontar as questões e os problemas do mundo real que considerem significativos, determinando como abordá-los e, então, agindo de forma cooperativa em busca de soluções” [Bender 2014]

Ao propor a ABP como referencial norteador para o ensino dessas disciplinas técnicas, pretende-se contribuir, não apenas para a instrumentalização no domínio técnico das metodologias, como também para a apropriação de nova forma de ensino/aprendizagem, possível de ser coletivamente construída, atualizada e reformulada

O projeto proposto tem como objetivo utilizar um sistema embarcado *Linux IoT* utilizando o *hardware Raspberry Pi* [Raspberry Pi 2016], voltado para a aquisição de dados de temperatura ambiente e umidade relativa do ar para acompanhamento e tratamento dos dados em página web. Para tanto, foi necessário dedicar tempo para aprender uma linguagem de programação e a arquitetura do *hardware* e para o desenvolvimento da plataforma web, foi preciso estudar linguagens de programação, formatação e estilo para web.

## 2. Desenvolvimento

A Metodologia Participativa permite a atuação efetiva dos envolvidos no processo educativo sem considerá-los meros receptores, ou seja, aqueles nos quais são depositados conhecimentos e informações. No enfoque participativo, valorizam-se os conhecimentos e experiências dos participantes, envolvendo-os na discussão, identificação e busca de soluções para problemas emergentes [Nobre 2006].

A formulação do projeto e a realização da pesquisa requerem tempo e envolvem a elaboração de um produto final como resultado do trabalho do grupo: “a criação de apresentações multimídia, demonstrações práticas, talvez um modelo funcional, um portfólio, um *podcast*, vídeos digitais ou um modelo de testes para o projeto ou problema” [Bender 2014]

A ABP está associada às teorias construtivistas, em que o conhecimento não é absoluto, e sim construído pelo estudante por meio de seu conhecimento pregresso e sua percepção global, dimensionando a necessidade de aprofundar, amplificar e integrar o conhecimento [Brandão 2006].

É de conhecimento comum que a missão dos educadores e do ensino de maneira geral para o novo milênio, considerando, basicamente, a internacionalização das economias e a necessidade de democratizar o conhecimento para reduzir as desigualdades, centram-se na necessidade de aprender a conhecer, fazer, viver juntos, e ser. [Delors 2000].

A aprendizagem baseada em projeto tem uma longa história. Ainda antes do início dos idos de 1900s, John Dewey comprovou o “aprender mediante o fazer”.

A aprendizagem Baseada em Projeto aumenta a motivação e o interesse dos Estudantes pelos temas aprofundados na disciplina [Barrel 2010]

Ao propor a ABP como referencial norteador para o ensino dessa disciplina técnica, pretende-se contribuir, não apenas para a instrumentalização no domínio técnico das metodologias, como também para a apropriação de nova forma de ensino/aprendizagem, possível de ser coletivamente construída, atualizada e reformulada.

### 2.1. Disciplina de Sistemas Embarcados

Para desenvolvimento do projeto proposto foi necessário o conhecimento das disciplinas de microcontroladores e sistemas embarcados, dados nesta respectiva sequência. Objetivando otimizar o ensino-aprendizagem, e de acordo com a metodologia ABP, o professor e os alunos passam a desempenhar papéis, vinculados a uma responsabilidade específica, como é mostrado na Tabela 1.

**Tabela 1. Papéis e Responsabilidades**

<b>Papel</b>	<b>Responsabilidades Vinculadas</b>
Facilitador	Professor responsável por facilitar a apreensão de conteúdo, sem ser o principal disseminador de conhecimento.
Aprendiz	Aluno de graduação responsável pela busca ativa do conhecimento
Tutor	Aluno(s) bolsista(s) responsável(eis) por auxiliar os aprendizes nas dificuldades de conteúdo da disciplina.

A primeira disciplina tem como objetivo habilitar o aluno a explicar o princípio de funcionamento de microcontroladores, trabalhar com o desenvolvimento de programas em C, utilizar ferramentas de análise, projetar e construir sistemas baseados em microcontroladores comerciais.

Já a segunda disciplina visa resolver problemas relacionados a sistemas embarcados, através da busca de soluções inovadoras. Bem como tem-se o estudo de ferramentas, metodologias e linguagens de programação voltadas às características e peculiaridades inerentes aos sistemas embarcados presentes no mercado.

Para que o projeto fosse aceito no meio acadêmico local, foi necessária a apresentação da problemática, bem como a formulação do projeto e a realização da pesquisa para o desenvolvimento da resolução, que posteriormente foi apresentada de acordo com os princípios da ABP que relata o produto final como resultado do trabalho do grupo: “a criação de apresentações multimídia, demonstrações práticas, talvez um modelo funcional, um portfólio, um *podcast*, vídeos digitais ou um modelo de testes para o projeto ou problema” [Bender 2014].

## 2.2. Raspberry Pi

Para o desenvolvimento do sistema de monitoramento de temperatura foi necessária a utilização de um microcomputador *Raspberry Pi* (RPI). Esse microcomputador foi desenvolvido com o propósito de ensinar programação às crianças [Foundation 2015], No entanto é possível usa-lo para desenvolver sistemas de monitoramento através da aquisição de dados, com baixo custo e com maior simplicidade, de forma a difundir o uso desses sistemas automatizados em pequenas empresas, ou mesmo no ambiente doméstico.

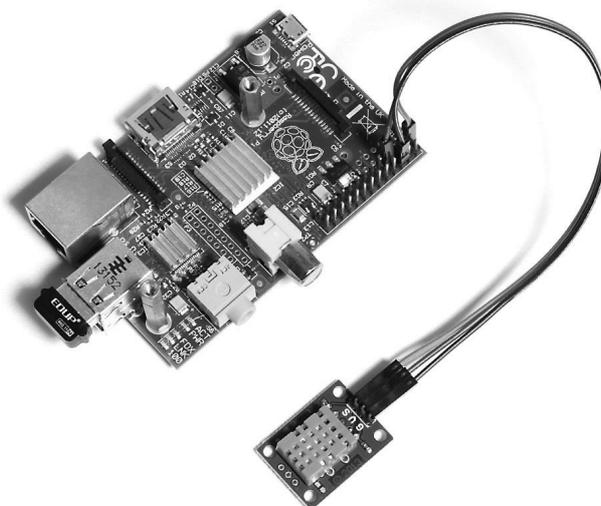
Assim como em um computador pessoal, é necessário instalar um sistema operacional no RPI. Neste trabalho será utilizado a distribuição *Linux Raspbian*, que é uma variante do Debian otimizada para o conjunto de instruções do *hardware* do *Raspberry Pi*. O *Raspbian* é um *Software Livre* com mais de 35.000 pacotes pré-compilados que podem ser facilmente instalados como um sistema embarcado *Linux* no *Raspberry Pi* [Raspbian 2015].

## 2.3. Projeto

O projeto proposto tem como objetivo utilizar um sistema embarcado *Linux IoT* utilizando o *hardware Raspberry Pi* [Raspberry Pi 2016], voltado para a aquisição de dados de temperatura ambiente e umidade relativa do ar para acompanhamento e tratamento dos dados em página web. Para tanto, foi necessário dedicar tempo para aprender uma linguagem de programação e a arquitetura do *hardware* e para o desenvolvimento da plataforma web, foi preciso estudar linguagens de programação, formatação e estilo para web.

A primeira etapa deste projeto foi conduzida no Laboratório de Eletrônica e

Sistemas Embarcados (LAESE) – IFCE, visando fazer o monitoramento de umidade e temperatura do ambiente. Para tanto, foi utilizado o *Raspberry Pi*, que seria um computador, fruto de um projeto da fundação de mesmo nome e que está sendo amplamente utilizado para projetos com IoT devido sua simplicidade, relativa robustez de processamento e baixo custo de aquisição. E para obtenção dos dados, foi utilizado o componente eletrônico DHT11 [D-46 Robotics UK 2010], que é um sensor de umidade relativa e temperatura com saída digital e possui uma exclusiva tecnologia para medir a umidade, garantindo a confiabilidade e estabilidade, esquema do sistema mostrado na Figura 1.

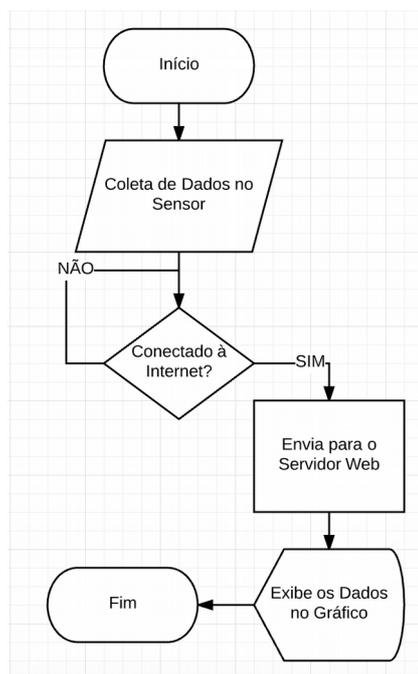


**Figura 1. Ligação do Raspberry Pi com o sensor DHT11**

Através do *Raspberry Pi*, foi possível utilizar seus pinos GPIO de entrada e saída para que a informação digital recolhida do DHT11 fosse impressa no terminal do *Raspberry*, visando o acompanhamento remoto. Para tanto, foi utilizado a biblioteca *wiringPi*, que é uma biblioteca desenvolvida em C para acesso dos pinos GPIO do hardware utilizado. Utilizando a linguagem PHP, a linguagem de marcação HTML para processamento e visualização dos dados recolhidos e a API *Google Charts* para plotagem dos gráficos na página web.

#### **2.4. Fluxograma de Funcionamento**

Para fazer a leitura do DHT11, foi utilizado os pinos GPIO 1, 7 e 10 do *Raspberry Pi*, onde os dados lidos são armazenados em forma de texto no próprio *Raspberry*. Havendo conexão com a *Internet*, os dados são enviados para um servidor web para serem tratados e plotados num gráfico de Tempo (eixo X) x Valor da leitura (eixo Y). Figura 2 ilustrando o fluxograma de funcionamento.



**Figura 2. Fluxograma do Sistema IoT**

Considerando a elevação da motivação e do interesse dos estudantes, a utilização da Aprendizagem Baseada em Projeto influí sobre o aumento do desempenho [BARELL 2007]

### **2.5. A Formação das Equipes de Desenvolvimento**

A formação das equipes deve envolver quatro ou cinco membros, conforme as experiências de outras universidades em cursos de Engenharia de Software e relatos sobre a aplicação de ABP [Collofello 1999]. A formação das equipes deve ser de livre iniciativa dos aprendizes. Contudo, o facilitador deve evidenciar a possibilidade de utilização de uma técnica que facilite a formação, como por exemplo, a técnica de seleção do fraco-forte, de modo que haja uma compensação [Oudshoorn, Maciunas 1994] .

### **3. Resultados**

Página PHP utilizando a API Google Charts para plotagem dos dados lidos pelo DHT11 em gráfico, mostrado na Figura 3.

Dentre os principais resultados obtidos, a adoção da ABP propiciou aos aprendizes:

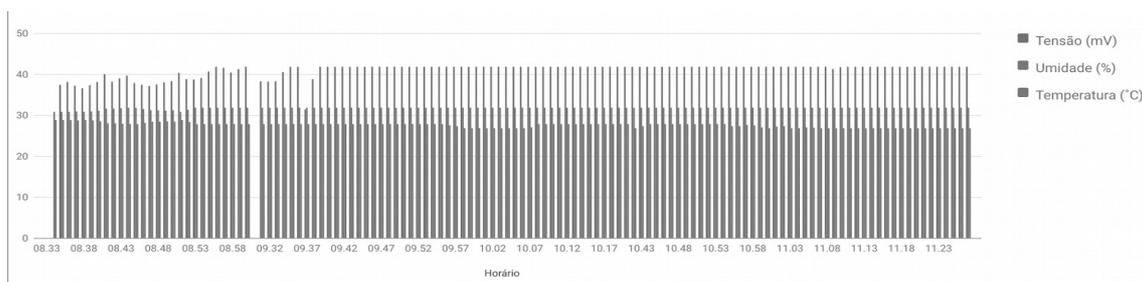
- 1) o desenvolvimento da habilidade de identificar os aspectos relevantes do problema em estudo, garantindo discussões oportunas e auto-estudos dentro do contexto do projeto;
- 2) o desenvolvimento de uma base de conhecimento suficiente para definir e administrar os problemas do domínio que contextualiza a carreira do aprendiz;
- 3) o reforço do desenvolvimento de um processo de raciocínio efetivo, incluindo a síntese;
- 4) a geração de hipóteses;
- 5) a avaliação crítica da informação acerca do problema;

- 6) a análise dos dados; e
- 7) a tomada de decisão.

Destacam-se como dificuldades superadas integralmente ou parcialmente no transcorrer do curso: aspectos relacionados a uma nova postura dos alunos frente ao seu aprendizado; o planejamento de estudo individualizado; a largura e a profundidade do conteúdo a ser pesquisado, em virtude do perfil e objetivos de cada aprendiz.

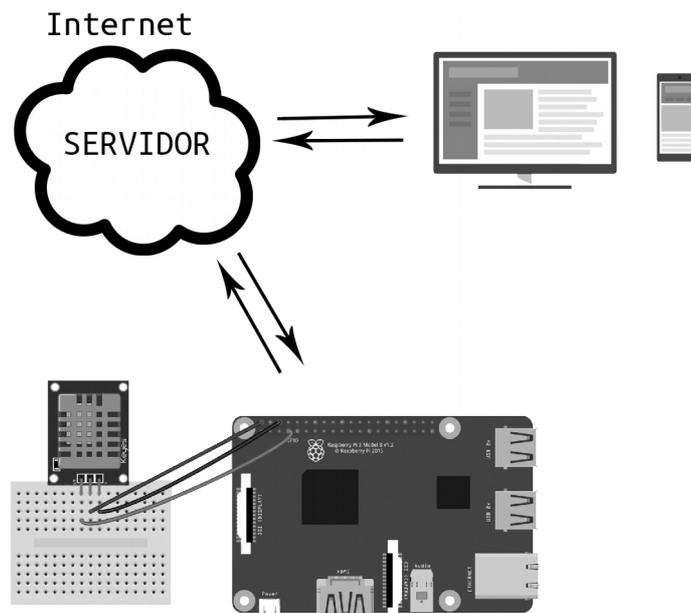
A aplicação da ABP, quanto ao desenvolvimento do projeto, propiciou aos Cientistas da Computação:

- 1) o mapeamento do contexto para um modelo do negócio;
- 2) o mapeamento do modelo do negócio para especificações de requisitos;
- 3) a identificação e modelagem de quarenta e cinco Casos de Usos;
- 4) a leitura de dados do sensor;
- 5) a implementação de cento e cinquenta linhas de código em linguagem C;
- 6) a implementação e os testes de mil linhas de código em linguagem PHP;
- 7) a implementação e os testes de mil linhas de código em linguagem JavaScript;
- 8) a formatação de uma página WEB totalmente responsiva (que se adequa à qualquer tamanho de tela)



**Figura 3. Gráfico apresentação de Umidade e Tempera**

“Em suma, resultados aquém do esperado em um projeto inicial de ABP não devem redundar em um abandono completo dessa abordagem, mas, em vez disso, em uma reorientação do esforço, e o apoio de um colega próximo que também esteja envolvido com o ensino na ABP pode proporcionar mais auxílio do que qualquer outra coisa.” [Bender 2014]



**Figura 4. Ilustração da planta do projeto**

As atividades exigem trabalho cooperativo: “os estudantes precisam planejar cooperativamente as ações de sua equipe à medida que avançam na solução do problema, desenvolvendo um plano de ação e começando a elaborar uma descrição ou diretrizes para o desenvolvimento de seus produtos ou artefatos” [Bender 2014].

#### **4. Considerações Finais**

Este trabalho relatou uma aplicação Aprendizagem Baseada em Projeto (ABP) no ensino da disciplina de Sistemas Embarcados ministrada aos estudantes de graduação em Ciência da Computação do Instituto Federal do Ceará – IFCE. Neste contexto, foi abordado o desenvolvimento de um protótipo composto de dois Itens de Configuração de *Software* e *Hardware*: um sistema de monitoramento de temperatura e umidade e um sistema web para apresentação de dados online em tempo real (Sistema IoT) que podem ser visualizados em gráficos pelos alunos através de computadores ou dispositivos móveis. O protótipo propiciou também aos alunos compreender os principais conceitos de monitoramento *WEB* e aplicá-los a um estudo de caso.

#### **5. Referências**

- ALMEIDA, Hyggo. Tudo conectado – *Internet* das Coisas. Revista da Sociedade Brasileira de Computação, 29, 04/2015.
- BENDER, W. N.. (2014) “Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso.
- BARELL, J. (2010) “Problem-based learning: The foundation for 21st century skills. In: BELLANCA, J.; BRANDT, R. (Orgs.). 21 st century skills: Rethinking how students learn. Bloomington: Solution Tree Press.”
- BARELL, J. (2007) “Problem-based learning: an inquiry approach. 2. Ed. Thousand Oaks: Corwin.”
- BRANDÃO, Carlo Rodrigues; LESSADRINI, Cristina Dias; LIMA, Edvaldo Pereira. (1998) Criatividade e novas metodologias. 2. ed. São Paulo: Fundação Petrópolis, 1998. v. 4.

- COLLOFELLO, J. S.; HART, M. (1999). Monitoring team progress in a software Engineering Project class. In: 29a ASEE/IEEE Frontiers in education conference, 1999, San Juan, Puerto Rico. Proceedings. 1999.
- D-ROBOTICS UK. DHT11 Humidity & Temperature Sensor. DHT11 Datasheet, 2010.
- DEVARAJAN, D. A VHDL software model for networking smart transducers through Bluetooth technology. [s.l.] Ohio State University, 2001.
- DELORS, J.; et al. (2000). Educação: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. 8 ed. São Paulo: Cortez, Brasília: Mec, UNESCO, 1998. p.89-101
- FOUNDATION, R. P., “Raspberry Pi”. Disponível em: <http://www.raspberrypi.org>. Acesso em 15/06/2017.
- NOBRE, J. C. S; et al. (2006), “Aprendizagem Baseada em Projeto (Project-Based Learning – PBL) aplicada a software embarcado e de tempo real”. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/download/486/472>”
- OUDSHOORN, M.J.; MACIUNAS, K.J. (1994). Experience with a Project-Based Approach to Teaching Software Engineering. In: Southeast Asian Regional Computer Confederation 5 th Annual Working Conference on Software Engineering Education, 1994, Dunedin, New Zealand. Proceedings. Dunedin, 1994. p. 220-225.
- RASPBERRY PI (2016) “Datasheet Raspberry Pi Compute Module”, [https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/computemodule/RPI-CM-DATASHEET-V1\\_0.pdf](https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/computemodule/RPI-CM-DATASHEET-V1_0.pdf) .”