APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL) NO DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

Celso Becker Tischer – celso.tischer@ufsm.br

Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul

Rodovia Taufik Germano, 3013 – Passo D'Areia

96503-205 – Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul

Matheus Dottes Binttencourt – matheusdottes@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul

Rodovia Taufik Germano, 3013 – Passo D'Areia

96503-205 – Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul

Ana Alice Timm Goretti – anaticmmg5@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul

Rodovia Taufik Germano, 3013 – Passo D'Areia

96503-205 – Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul

Sabine Ritter De Paris – sparis.arq@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul

Rodovia Taufik Germano, 3013 – Passo D'Areia

96503-205 – Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul

Matheus Cargnelutti de Souza – matheuscargnelutti@hotmail.com

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

Rua do Comércio, nº 3000

98700-000 – Ijuí – RS

Resumo: Tendo em vista os desafios apresentados atualmente pelo mercado de trabalho, que busca profissionais com uma formação mais prática com habilidades e competências para lidar com situações que exijam a tomada de decisão, este artigo apresenta os resultados da aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) para complementar conteúdos de disciplinas dos cursos de Engenharia Elétrica e Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul. O problema proposto foi o desenvolvimento de um protótipo de uma residência unifamiliar considerando a instalação de um sistema de automação residencial. O projeto foi realizado em duas etapas de forma concomitante, sendo o projeto elétrico do sistema de automação residencial e o projeto de modelagem para a construção do protótipo. Com o uso da PBL foi possível perceber o desenvolvimento de várias habilidades no período de execução do projeto, tais como: comunicação, trabalho em equipe, criatividade, autoconfiança e autoconhecimento, além de contribuir para uma aprendizagem mais efetiva dos conteúdos relacionados.

Palavras-chave: Metodologia Ativa. Aprendizagem Baseada em Problemas. Automação Residencial. Protótipo.

1 INTRODUÇÃO

As competências requeridas de um profissional no mercado de trabalho geralmente são adquiridas durante a formação acadêmica. Esse profissional deve apresentar em sua atribuição competências técnicas, empreendedoras, inovadoras, pessoais e socioambientais para tornar-se competitivo. Contudo, os cursos de graduação têm enfrentado desafios em preparar profissionais capacitados, com habilidades necessárias para atender às exigências do mercado de trabalho, pois utilizam, muitas vezes, o modelo tradicional de ensino (VIEIRA, 2017; CONF. NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2015).

Percebe-se que os atributos como comprometimento, responsabilidade, pró-atividade e a habilidade de trabalhar em equipe, exigidos no mercado de trabalho, não são estimulados nos cursos de graduação, pois o aluno geralmente é um agente passivo da informação e não desenvolve atividades fundamentais para lidar com situações complexas (EDUCADOR360, 2018; SILVA, 2018).

Neste sentido, a utilização de técnicas de aprendizagem se torna importante no processo de formação de novos profissionais, a fim de desenvolver habilidades e competências exigidas no mercado de trabalho contemporâneo, que está cada vez mais globalizado e conectado. A técnica denominada Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é um método inovador que visa estimular alunos a buscar soluções para problemas desafiadores (DIAS, Y et al, 2018; SILVA, 2018; SOUZA, 2015).

Com a aplicação do PBL, os estudantes têm oportunidade de vivenciar práticas profissionais em contexto pedagógico e, assim, estimular a curiosidade, a criatividade, desenvolver autonomia e autoconfiança para solucionar um problema. Além disso, promove o conhecimento de diferentes áreas, estimula o aprendizado em equipe e proporciona experiências enriquecedoras que possam atender demandas do mercado de trabalho (SILVA, 2018; SOUZA, 2015; VIEIRA, 2017).

Com base nisso, a proposta deste trabalho é mostrar os resultados obtidos na aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas, tendo como proposta o desenvolvimento de um protótipo de automação residencial idealizado por alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS). Serão expostos no artigo os procedimentos de projeto do sistema elétrico de automação residencial, juntamente com os procedimentos de modelagem para a construção da maquete.

O projeto de automação residencial consiste na criação e utilização de uma aplicação mobile para monitorar e controlar remotamente sensores e atuadores previstos em uma maquete residencial de escala 1/20, desenvolvida com o objetivo de receber o sistema de automação para testar, identificar falhas e validar o sistema.

2 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

A automação residencial, também conhecida como domótica, possui ampla aplicação para atender as necessidades específicas dos seus usuários. Com as tecnologias disponíveis hoje, é possível controlar ou monitorar quase que todos os dispositivos e processos de uma casa, não limitando-se apenas ao controle de iluminação. Estudos mostram que, além do benefício de segurança e conforto que a domótica pode proporcionar, ela também auxilia na redução no gasto energético, chegando a 40% de economia. (Santos, 2019)

Podemos dividir a automação residencial em algumas áreas, como mostrado na figura 1, tendo como destaque a segurança, conforto, gestão de energia e comunicação. Quando nos referimos segurança, nos remetemos ao monitoramento de aberturas, sistema de alarme,

proteção contra possíveis incêndios ou vazamento de gás, englobamos também o controle remoto para pessoas com necessidades especiais, como idosos ou deficientes físicos. Já o conforto se refere ao controle multimídia do local, integrando a iluminação, aparelhos de televisão e projetores, sistemas de som e controle da temperatura do ambiente.

Figura 1 – Aplicações da automação residencial.

Fonte: Adaptado de (Pixabay, 2020).

Para cada projeto de automação residencial, há diversas funções que podem ser implementadas a fim de propor uma solução para o consumidor. Embora estas funções se diferenciem, para o desenvolvimento de qualquer sistema de domótica são necessários elementos básicos como: controladores, sensores, atuadores, barramentos e interfaces (ACCARDI, 2012), exemplificados na Figura 2.

Figura 2 – Elementos básicos da domótica.

Fonte: Autores.

Pode-se observar na Figura 2 que o controlador é a parte central do sistema de automação, o qual possui função processar as informações recebidas pelo usuário e executar as incumbências solicitadas. O controlador abrange uma gama de dispositivos com características diferentes e são escolhidos de acordo com a necessidade de projeto. Para um sistema simples, onde não há necessidade de grandes processamentos de dados, a utilização

de microcontroladores é suficiente, já para sistemas mais robustos, uma *single board computer* é a melhor escolha.

Os sensores têm a função de converter as grandezas físicas em sinais elétricos, sendo os mais conhecidos: sensores de temperatura, umidade, fumaça e sensores eletromagnéticos. Eles são responsáveis por informar possíveis alterações ao controlador, que processa essa informação e aciona os atuadores.

Os atuadores são conhecidos como dispositivos eletromecânicos, que através dos comandos recebidos do controlador, acionam os equipamentos automatizados, como exemplo: abertura de persianas, portas, fechadura magnética, alarme e ar condicionado.

A interface é o meio de comunicação entre o usuário e o sistema. Ele pode se apresentar através de uma página web, aplicativo de celular, *tablet* ou controle remoto. Sua finalidade é informar a situação do sistema, enviar comandos para o controlador e monitorar os dispositivos conectados. A transferência desses dados ocorre por meios de protocolos de comunicação, os mais utilizados são: *Profibus*, *Bluetooth*, *Foundation Fieldbus*, *DeviceNet*, *Ethernet TCP/IP*. A escolha do protocolo é realizada de acordo com a taxa de transferência de dados.

3 PROJETO DA DOMÓTICA

O projeto proposto aos alunos do curso de Engenharia Elétrica para aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas foi o desenvolvimento de um sistema de automação aplicado a uma residência de dois pavimentos. O térreo conta com uma sala de estar integrada com sala de jantar e cozinha, um banheiro e uma garagem. No segundo pavimento, um mezanino com uma suíte. As funções de automação solicitadas para a implementação do projeto na residência foram:

- Sistema de segurança com monitoramento das aberturas (portas e janelas);
- Monitoramento remoto da temperatura e umidade;
- Controle remoto da iluminação interna;
- Acionamento remoto do portão da garagem;
- Acionamento remoto da porta principal;
- Controle automático da iluminação externa;

Para alcançar os objetivos propostos, os alunos traçaram duas etapas para o desenvolvimento do projeto. Na primeira etapa foi realizada uma busca na literatura, a fim de sintetizar os elementos da domótica para o melhor entendimento teórico e prático. No segundo momento, foi realizada uma verificação prévia das ferramentas disponíveis na universidade, bem como um estudo relacionado com as tecnologias comumente utilizadas em sistemas comerciais de automação.

Desta forma, foram definidos os principais equipamentos para compor o sistema de automação residencial, sendo eles: Módulo RS232 HC-05 para comunicação via *Bluetooth* entre o usuário e o sistema; Sensor magnético para o monitoramento das aberturas; Fechadura elétrica de 12 V para a porta principal da residência; LEDs de 3 mm para iluminação interna e externa; Sensor de luminosidade LDR para o controle automático da iluminação externa; Sensor DHT11 para monitoramento de temperatura e umidade; Micro Servo Motor para emular o portão da garagem; E um Arduino MEGA para controlar os equipamentos listados, sendo este o controlador central do projeto.

3.1 Controlador central

O Arduino Mega é uma plataforma que faz uso do microcontrolador ATmega2560 da empresa Microchip Technology. A plataforma possui 16 pinos de entradas analógicas e 54 pinos de entradas/saídas digitais, sendo este suficiente para o projeto de automação proposto. O Arduino pode ser programado através do seu próprio software IDE na linguagem C/C++, possibilitando fazer upload de um novo código sem a necessidade de uso de um programador de hardware externo (STORE ARDUINO, 2020).

A programação do microcontrolador foi efetuada levando em consideração a conexão individual dos equipamentos no Arduino. O módulo *bluetooth*, servo motor, sensor LDR e sensor DHT11 são configurados através de bibliotecas para obtenção da sua funcionalidade. O sensor magnético, previsto em cada abertura da residência, funciona como uma chave, quando submetido ao campo magnético do ímã, fecha contato permitindo a passagem de corrente elétrica, já quando o ímã é afastado o circuito abre, essa mudança é verificada pela programação.

Para efetuar o controle da fechadura elétrica, um optoacoplador foi utilizado. Cada pino do Arduino opera com uma tensão de 5 V e corrente de 40 mA, insuficiente para acionamento dessa carga, sendo 12 V e 2 A, respectivamente. Já o módulo *bluetooth* é conectado diretamente no Arduino para estabelecer a comunicação com um smartphone, que através de um aplicativo de celular acessa e gerencia as funcionalidades do controlador central.

A Figura 3 apresenta a bancada de teste contendo os equipamentos do sistema de automação residencial conectados no controlador central.

Figura 3 – Diagrama de controle do sistema domótico.

Fonte: Autores.

3.2 Aplicativo para smartphone

O aplicativo para smartphone foi desenvolvido na plataforma MIT App Inventor. Essa plataforma permite criar aplicativos complexos para Android através de blocos de programação em um tempo menor que os criados em ambientes de programação tradicionais, permitindo salvar e baixar o arquivo final no formato APK para ser instalado no smartphone ou *tablet*.

O aplicativo é composto por sete janelas, tais como: janela de *conexão*, *login*, *menu*, *alarme*, *iluminação*, *garagem* e *temperatura/umidade*, como mostrados na Figura 4.

A janela *conexão* (Figura 4 a) realiza o pareamento do smartphone com o Arduino via *bluetooth*. O botão “Conectar Bluetooth”, lista os dispositivos disponíveis no ambiente, uma vez pareado com o Arduino, o dispositivo fica salvo.

A janela *login* (Figura 4 *b*) contém as opções de “Cadastrar Senha”, “Login”, “Confirmar” e “Alterar senha”. Ela é aberta após a realização do pareamento. O sistema de cadastro e *login* foram criados a fim de evitar que pessoas sem permissão possam acessar o sistema de automação residencial.

A janela *menu* (Figura 4 *c*) possui o acesso as opções de ativar/desativar alarme, controle da iluminação interna, acionamento do portão da garagem, monitoramento da temperatura/umidade e abertura da porta principal da residência. Para cada opção escolhida na janela *menu*, uma janela aparece com suas respectivas funções de automação, estas são apresentadas na Figura 4 (*d – g*).

A transferência de dados entre o smartphone e o Arduino é bidirecional e ocorre pelo envio de uma *string* (sequência de caracteres) a cada 200 milissegundos. Qualquer alteração realizada nas funções do aplicativo é processada pelo microcontrolador. De maneira semelhante, o *status* de monitoramento das aberturas e leitura da temperatura/umidade é atualizado no aplicativo.

Figura 4 – Janelas do aplicativo desenvolvido. (a) *conexão*; (b) *login*; (c) *menu*; (d) *alarme*; (e) *iluminação*; (f) *garagem*; (g) *temperatura/umidade*.

Fonte: Autores.

4 PROJETO DE MODELAGEM

A elaboração de modelos físicos tridimensionais nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharias enriquecem o processo de ensino e aprendizagem, pois possibilitam o domínio visual e a percepção espacial da temática a ser estudada, sendo um complemento valioso para a interpretação de sistemas e tecnologias de diversos conteúdos (CONSALEZ, 2001).

Considerando esses aspectos e os conceitos de inserção de metodologias ativas no ensino, foi proposto aos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo o projeto do modelo físico de uma residência unifamiliar. As características da maquete foram definidas em reunião com alunos e professores dos cursos de Engenharia Elétrica e Arquitetura e Urbanismo, sendo elas:

- Residência de 100 m² na escala 1/20;
- Projeto baseado em lofts, caracterizado por ambientes amplos, pé direito alto e emprego de mezanino;
- Programa de necessidades composto de dois pavimentos, sendo no térreo, uma sala de estar integrada com a sala de jantar e cozinha, um banheiro e uma garagem. No segundo pavimento, um mezanino com uma suíte.

Para a idealização e visualização da maquete física, inicialmente foi feita a modelagem tridimensional virtual no software Sketchup. Posteriormente foram criadas as plantas baixas da residência no software Autocad. A modelagem virtual do protótipo residencial é mostrada na Figura 5.

Figura 5 – Modelagem virtual do protótipo residencial.

Fonte: Autores.

A construção da maquete física ocorreu em três etapas: Na primeira etapa a modelagem tridimensional virtual foi dividida em moldes 2D para corte a laser de placas de MDF (*Medium-Density Fiberboard*). Os moldes criados no software Autocad possuem um sistema de encaixe entre as peças para auxiliar na montagem e sustentação da estrutura. Além disso, foi necessário duplicar as paredes da maquete da residência para inserir a instalação elétrica do sistema de automação no seu interior. Esses detalhes podem ser observados na Figura 6 (a).

No segundo momento, foi realizada a instalação dos componentes elétricos, Figura 6 (b), tais como: a distribuição dos LEDs nos cômodos da residência, instalação dos sensores magnéticos nas aberturas, instalação da fechadura eletrônica e do servo motor para controle do portão da garagem.

Por fim, foram confeccionadas a porta principal, as janelas e o portão da garagem para finalizar a modelagem do protótipo da residência. A Figura 6 (c) apresenta o protótipo concluído com o sistema de automação residencial instalado funcionando corretamente.

Figura 6 – Maquete física da residência. (a) Estrutura MDF; (b) Instalação; (c) Maquete completa

(a)

(b)

(c)

Fonte: Autores.

5 RESULTADOS

O protótipo do sistema de automação residencial foi proposto, desenvolvido e finalizado com a colaboração de alunos e professores dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Elétrica no decorrer do primeiro semestre de 2019, Figura 7.

Figura 7 – Alunos e professores envolvidos no projeto de automação residencial.

Fonte: Autores.

A volumetria em MDF, juntamente com o sistema de automação residencial, foi exposta em um evento científico promovido pela UFSM-CS chamada "3ª Mostra de projetos da UFSM-CS". A demonstração e apresentação promoveram o interesse e a motivação da comunidade acadêmica, onde os alunos puderam compartilhar os conhecimentos, habilidades e experiências adquiridas durante o processo de execução do trabalho.

Atualmente o protótipo está sendo mantido nas instalações da Universidade Federal de Santa Maria, para auxiliar nas disciplinas dos cursos de graduação da UFSM-CS.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentou o desenvolvimento de um projeto multidisciplinar que envolveu professores e alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Arquitetura e Urbanismo no intuito de proporcionar experiências práticas e inovadoras através da aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL). O projeto proposto foi o desenvolvimento de um protótipo de automação residencial na escala 1/20. O sistema consiste na utilização de uma aplicação mobile para monitorar e controlar remotamente dispositivos presentes em uma residência de dois pavimentos baseada em lofts.

O aplicativo para smartphone foi desenvolvido na plataforma MIT App Inventor e configurado para transferir e receber dados via *bluetooth* com um Arduino, utilizado no projeto como controlador central do sistema de automação. O protótipo da residência foi desenvolvido através de modelos tridimensionais e confeccionado em placas de MDF.

Com essa atividade e uso da PBL, os alunos desenvolveram inúmeras habilidades e competências esperadas no mercado do trabalho, como o trabalho em equipe, interação com pessoas de áreas diferentes, iniciativa, compreensão, empatia, autoconhecimento e autoconfiança, além de potencializar uma visão mais humanista.

REFERÊNCIAS

ACCARDI, A.; DODONOV, E. Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos. Tecnologias, Infraestrutura e Software. Departamento de Computação - Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). São Carlos. v. 1, n. 2, p. 156-166, nov. 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Fortalecimento das engenharias. Brasília: CNI. 2015.

CONSALEZ, L.; BERTAZZONI, L. Maquetes - A representação do espaço no projeto arquitetônico. São Paulo: Gustavo Gili. 2001.

DIAS, Y. E. P.; SILVA, L. H. S.; NUNES, L. R.; MEDEIROS, J. S. Aprendizagem baseada em problemas na disciplina de microcontroladores: protótipo de um controle de acesso, COBENGE 2018 – XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Campus UNEB, Salvador – BA. 2018.

EDUCADOR360. As 10 habilidades profissionais mais exigidas do mercado. 2018
Disponível em: <https://educador360.com/gestao/as-10-habilidades-profissionais-mais-exigidas-do-mercado/>. Acesso em: 03 mai. 2020.

PIXABAY. architecture-house-3d-design, 2020. Disponível em: <https://pixabay.com/photos/architecture-house-3d-design-1477041/>. Acesso em: 10 fev. 2020.

SANTOS, J. M. de B.; SOARES, L. M.; SILVA, M. A. R. da; CANTERL, K. F. F.; ARAÚJO, A. D. M. de. Aplicação da domótica para o conforto residencial e sua implicação na eficiência energética. Cadernos de Ciência e Tecnologia, v. 36, n. 01, p. 1–5, 2019.

SILVA, F. P.; PADILLO, A. R. "Project-based learning" na engenharia: uma experiência prática de aprendizado lúdico em ambiente real. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v.40, n.1, p 98-106, 2018.

SOUZA S. C.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN. **Holos**, Rio Grande do Norte, Ano 31, Vol. 5, p 182-200, 2015.

STORE ARDUINO. Arduino Mega 2560 REV3. [S.l], 2020. Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/>. Acesso em: 03 mai. 2020.

VIEIRA, Kamila. A utilização do pbl nos cursos de engenharia do brasil: uma análise bibliométrica. Orientador: Dra. Vanessa Aparecida Alves de Lima. 2017. Pós Graduação - Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina, [S. l], 2017. p. 29. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/182133>. Acesso em: 2 maio 2020.

APPLICATION OF PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) METHODOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF A RESIDENTIAL AUTOMATION PROTOTYPE

Abstract: *There are many challenges currently presented by the job market, which seeks professionals with more practical training of skills and competencies to deal with situations that require decision making. This article presents the results of applying the Problem Based Learning (PBL) methodology to complement the contents of disciplines in the courses of Electrical Engineering and Architecture and Urbanism at the Federal University of Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul. The proposed problem was the development of a family residence prototype considering the installation of an automation system residential. The project was carried out in two stages concurrently, the electrical design of the home automation system and the modeling project for the construction of the prototype. With the use of PBL, it was possible to notice the development of many skills in the project's execution time, such as communication, teamwork, creativity, self-confidence, self-knowledge, and contributing to more effective learning of the related contents.*

Keywords: *Active methodologies, problem-based learning, residential automation, prototype.*