

Desenvolvimento de um Ambiente *Weblab* para a Área de Ciências Exatas

Development of a Weblab Environment for the Exacts Sciences

André Ribeiro Lins Albuquerque^{a*}; Cecília Sosa Arias Peixoto^{bc}; Luiz Teruo Kawamoto Junior^{cd}; Jorge Luiz Silveira^b; Igor Augusto Alves^a

^aFaculdade Anhanguera de Matão, SP, Brasil

^bFaculdade Anhanguera de Piracicaba, SP, Brasil

^cInstituto Paulista de Ensino e Pesquisa, SP, Brasil

^dCentro Universitário Anhanguera, SP, Brasil

*E-mail: andre.rlalbuquerque@aedu.com

Resumo

Este projeto se propõe a modelar e desenvolver um laboratório de acesso remoto (*Weblab*) com diferentes recursos didáticos baseados na plataforma Arduino, de modo a viabilizar o ensino, aos alunos dos cursos na área de Ciências Exatas, dos conceitos da “Internet das coisas”, fazendo com que isso possa viabilizar aos mesmos desenvolverem soluções de computação, eletrônica e controle. Com este projeto se busca contribuir com o ensino multidisciplinar de programação e eletrônica, associado à solução de problemas do dia a dia das pessoas. A escolha por Arduino se encontra na facilidade de aprendizagem e existência de um grande número de projetos disponíveis na *web* em diferentes áreas do conhecimento. Soma-se a estas características o baixo custo da aquisição dos componentes, o que facilita que o aluno possa aprender no *Weblab* e posteriormente empreender o desenvolvimento em sua própria casa. Estas vantagens permitem ter em mãos uma tecnologia essencialmente interdisciplinar. O projeto será dividido em três principais fases: a primeira é a Definição dos Experimentos, seguida pela Construção ou Adaptação da Infraestrutura e, por fim, Testes e Validação.

Palavras-chave: *Weblab*. Arduino. Ensino a Distância.

Abstract

This project aims at developing and modeling a remote laboratory WebLab with different teaching resources based on Arduino platform, in order to facilitate teaching to students of Exact Sciences, the concepts of the “Internet of things” and that this may enable themselves to develop computing, electronics and control solutions. This project seeks to contribute to multidisciplinary teaching programming and electronics associated with the solution of everyday people’s problems. The choice for Arduino is based on the ease of learning and existence of a large number of designs available on the web in different areas of knowledge. In addition, the low cost of acquiring components which facilitate the student to learn at WebLab and subsequently to undertake the development at their own houses. These advantages allow having on hand an essentially interdisciplinary technology. The project will be divided into three main phases: the experiments definition; construction or adaptation of infra-structure; and, finally, testing and validation.

Keywords: *Weblab*. Arduino. Distance Learning.

1 Introdução

No cenário educacional, a utilização de diversos recursos de tecnologia digitais de informação e comunicação – TDIC – em cursos presenciais e a distância tem respondido à demanda da necessidade de exploração inovadora. Segundo Moran (2000), a educação a distância permite o equilíbrio entre a aprendizagem individual e a colaborativa, de forma que os alunos de qualquer lugar podem aprender em grupo, de forma flexível e adequada a cada aluno. Entre os esforços por conseguir melhoria na qualidade educacional, podemos citar os “laboratórios de acesso remoto” ou *WebLabs*.

Um *WebLab* é um típico exemplo de serviço para web em que o objetivo é prover acesso remoto para experimentos de laboratórios, que permite aos usuários utilizar todos os recursos de um equipamento remoto sem a necessidade de ter ou comprar o mesmo (CRUZ *et al.*, 2006). Os laboratórios de acesso remoto permitem executar os experimentos por

meio da internet com equipamentos e instrumentos de um laboratório real. Nestes, o pesquisador manipula e controla, à distância, os equipamentos por meio de uma interface gráfica (SIEVERS *et al.*, 2007).

O *WebLab* vem ao encontro das postulações da aprendizagem situada, a qual considera que toda a assimilação de conhecimento ocorre dentro de um contexto específico e a qualidade do processo de aprendizagem é o resultado de interações entre as pessoas, lugares, objetos, processos e cultura dentro do ambiente onde o processo foi inserido (BROWN; COLLINS; DUGUID, 1989).

Segundo Papert (1996), os alunos devem desenvolver seu próprio conhecimento em vez de simplesmente assimilar os conteúdos e habilidades do professor. De acordo com Papert (1996), aprender mais habilidades, desenvolver novos conceitos, avaliar novas situações e lidar com o inesperado são aptidões que determinam a vida das pessoas. Aprender a aprender é a habilidade mais competitiva e importante

para o indivíduo. Neste sentido, diversos *WebLabs* têm-se desenvolvido, centrados no ensino em seus diversos níveis. Trabalhos como os de Sievers *et al.* (2007) apresentam objetos de aprendizagem – OA – com o conteúdo teórico, antes de realizar os experimentos em tempo real com o laboratório de acesso remoto.

Neste projeto é desejável contribuir na integração ensino-indústria com o desenvolvimento de um *WebLab* que permita ao aluno experimentar de forma simples e interativa diversas soluções, adentrando-se no universo da “internet das coisas”. Para isto o *WebLab* permite ir adquirindo conhecimentos sobre microcontroladores baseados em Arduino e sua integração com diversos sensores. A exploração do Arduino no âmbito educacional está crescendo no mundo, nesse sentido esse estudo teve como projeto contribuir e centralizar os projetos que são desenvolvidos nessa área em diversas unidades de ensino da Anhanguera.

2 Desenvolvimento

2.1 Revisão bibliográfica

Segundo Moreira (2009), as tecnologias digitais móveis provocam mudanças profundas na educação presencial e a distância, podendo aprender em vários lugares, ao mesmo tempo, *on-line* e *offline*, juntos e separados. Neste âmbito, o *WebLab* desenvolvido por Santos e Nascimento Jr. (2012), permite a execução remota de um experimento real via internet, aumentando assim a disponibilidade de equipamentos diversos e custosos, com duas funções: a) *web server* que implementa a interface com o programa de *web browser* utilizado pelo usuário remoto para acessar o experimento; b) controlador digital que gera em tempo real os sinais de controle da planta a partir da leitura do sensor.

Coeelho *et al.* (2007), desenvolveram uma arquitetura para a construção de laboratórios de acesso remoto seguindo a abordagem de computação orientada a serviços. Nesta arquitetura de blocos de construção do aplicativo, estes são serviços que podem ser compostos de forma recursiva, resultando em serviços mais abrangentes. Cada recurso de laboratório (físico ou lógico) foi modelado e implementado como um serviço (*web*) e experimentos de laboratório com exemplos de experiências remotas no campo da robótica móvel.

Cruz *et al.* (2006) desenvolveram um sistema de *WebLab* para realização de experimentos de transferência de massa em reator de bancada tipo tanque agitado e aerado. O primeiro experimento utiliza o método do sulfito modificado para a determinação do coeficiente volumétrico de transferência de oxigênio (kLa) em diferentes condições de agitação e aeração. O segundo experimento calcula valores de kLa durante uma fermentação através do método de grau na velocidade de agitação. Empregou-se como estudo de caso cultivo da levedura de panificação, *Saccharomyces cerevisiae*, realizado em meio contendo glicose como principal fonte de carbono e energia. Ambos os experimentos foram automatizados

e operados remotamente através da internet e mostraram-se adequados para serem utilizados como laboratório de acesso remoto com agendamento prévio de data e horário de realização do experimento.

Santos e Nascimento Jr. (2012) propuseram a implementação de uma arquitetura genérica de *WebLab* a ser usada para o ensino de engenharia de controle, com o objetivo de executar remotamente um experimento de controle em malha fechada de uma planta real usando tecnologia *internet*, *hardware* de baixo custo e *software* de código aberto e livre. A arquitetura de *WebLab* proposta foi composta por: computador do usuário remoto com acesso à *internet* e *software* de cliente de serviço *web* padrão (*web browser*); computador local embarcado tipo *Single Board Computer* (SBC) com *software* de servidor *web* (*web server*) da empresa JK Microsystems; e *software* controlador de experimentos implementado em C usando a biblioteca de tempo real de código aberto e livre e RTOS; equipamentos de interfaceamento analógico-digital como conversores AD e DA e condicionadores de sinais; e a planta real a ser controlada.

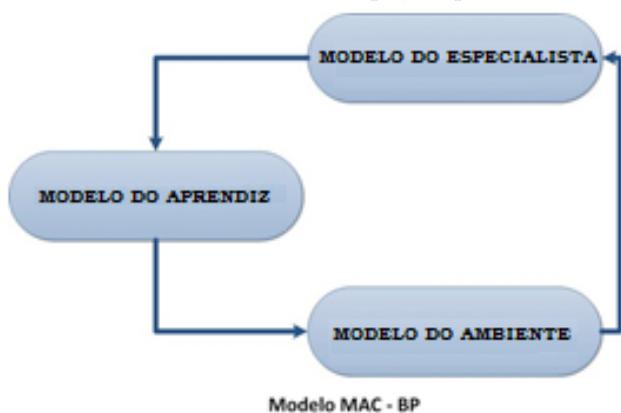
Moreira (2009) apresentou a concepção e o desenvolvimento de uma plataforma em *hardware* reconfigurável denominada REDLART – *RE Configurable Digital Laboratory for Advanced Research and Teaching*, visando soluções de laboratório a distância aplicadas ao ensino e ao trabalho colaborativo em sistemas digitais. A plataforma é baseada em dispositivos FPGA (*Field Programmable Gate Array*) para desenvolvimento de circuitos digitais com aplicações em processamento digital de sinais, sistemas de comunicações digitais, sistemas de controle e áreas afins. Além da plataforma de *hardware*, também foi concebida e implementada uma arquitetura de sistema, composta por um conjunto de *softwares* cliente-servidor, com o objetivo de viabilizar o acesso remoto através da gerência e da configuração de experimentos desenvolvidos na REDLART. Tal sistema, incluindo a própria REDLART, possibilita o desenvolvimento de novos experimentos e sua disponibilização na *web*, resultando em um *WebLab* reconfigurável para sistemas digitais. Testes foram realizados em nível de *hardware* e *software* para a validação da plataforma.

Garcia-Zubia e Del Moral (2005) defendem que os *WebLabs* devem sair dos laboratórios e serem assumidos pelos serviços de computação regulares oferecidos pela universidade.

Durante a especificação do *WebLab* deste estudo um requisito foi destacado com prioridade, a utilização das novas tecnologias que levem ao aluno a “aprender a aprender” com interesse, criatividade e autonomia, utilizando a metodologia baseada em projetos. Os projetos colaborativos de aprendizagem levam em consideração as aptidões e competências que o professor pretende desenvolver com seus alunos, cuja finalidade é tornar os alunos aptos a atuar como profissionais em suas áreas de conhecimento (BEHRENS, 1996). Segundo também a autora, a aprendizagem baseada

em projetos necessita de um ensino que provoque ações colaborativas num paradigma emergente instrumentalizado pela tecnologia inovadora. Um avanço nesta linha é o Modelo Conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de projetos pela Web (MAC-BP) proposto por Garcia González (2005), que tem as especificações técnicas de elementos (objetos e ações) compartilháveis de aprendizagem colaborativa. O modelo MAC-BP é definido a partir de três modelos relacionados entre si, a saber: modelo de especialista, relacionado à gestão de conteúdo, ao modelo do aprendiz, relacionado aos consumidores de *e-Learning* e ao modelo do ambiente, que especifica a forma de apresentar os conteúdos para o usuário (Figura 1).

Figura 1: Submodelos do Modelo Conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de projetos pela Web



Fonte: Garcia González (2005).

Este estudo levantou requisitos baseados no Modelo Conceitual para Aprendizagem Colaborativa Baseada na execução de projetos pela Web, o MAC-BP. No *WebLab* foram desenvolvidos dois projetos doméstico, a fim de caracterizar a aprendizagem baseada em projetos proposta por Behrens (1996).

2.2 Desenvolvimento do *WebLab*

Para o desenvolvimento do *WebLab* foi escolhida a metodologia da engenharia *WebApp* (PRESSMAN, 2006). O

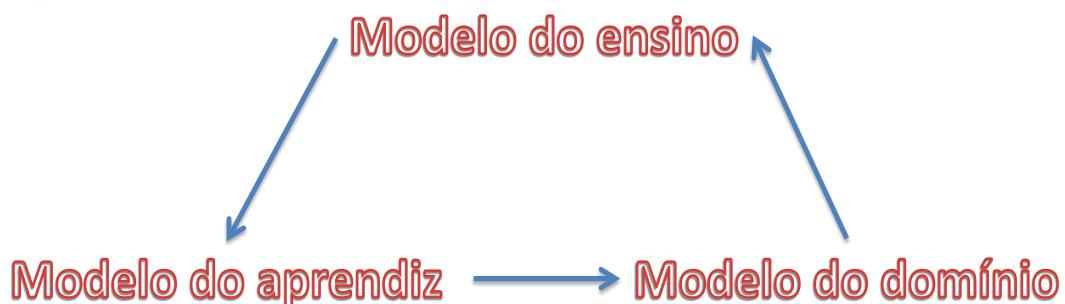
WebApp é um fluxo de processos incremental da engenharia para *web*. Na primeira fase, que é a comunicação com o cliente, foram levantados os requisitos da *WebLab* através de questionários e levantamento bibliográfico do modelo MAC-BP (GARCIA GONZÁLEZ, 2005). Entre os requisitos levantados, podemos citar:

1. Especificar a interface do usuário tendo em consideração as *guidelines* de usabilidade para ambientes *web*;
2. Permitir aos aprendizes conhecer todo o domínio de conhecimento e relações e poder ter a liberdade de transitar no conteúdo instrucional;
3. Propor atividades instrucionais diversas seguindo a proposta de Gardner (1994) das inteligências múltiplas, possibilitando buscar os diferentes conteúdos com criticidade e criatividade;
4. Fornecer ferramentas de persistência da informação gerada pelo grupo na construção de conhecimento;
5. Fornecer ferramentas de recuperação que identifiquem as informações capazes de promover uma mudança de estado no processo colaborativo;
6. Fornecer registro de opiniões, conflitos e documentos do grupo (memória digital);
7. Permitir a interação entre os usuários e destes com determinados recursos externos;
8. Conduzir ao aluno na elaboração de projetos nas diversas fases recomendadas por Behrens (1996);
9. Garantir alguma privacidade aos usuários, permitindo trabalho com documentos não compartilhados.

A arquitetura do *WebLab* responde a três modelos fundamentais nos sistemas de aprendizado: o Domínio do Conhecimento, o Aprendiz e o Modelo de Ensino (Figura 1). Na modelagem do Domínio, o *WebLab* consta com a descrição de todos os objetos de aprendizagem necessários para a realização de sistemas embarcados e/ou doméstico. O modelo do domínio consta da descrição do conhecimento e das relações entre os conhecimentos. A Figura 2 apresentou uma parte da taxonomia do domínio de conhecimento especificado para os projetos apresentados no *WebLab*.

A Figura 3 apresenta as relações entre objetos de conhecimento descrito através da notação de mapas conceituais.

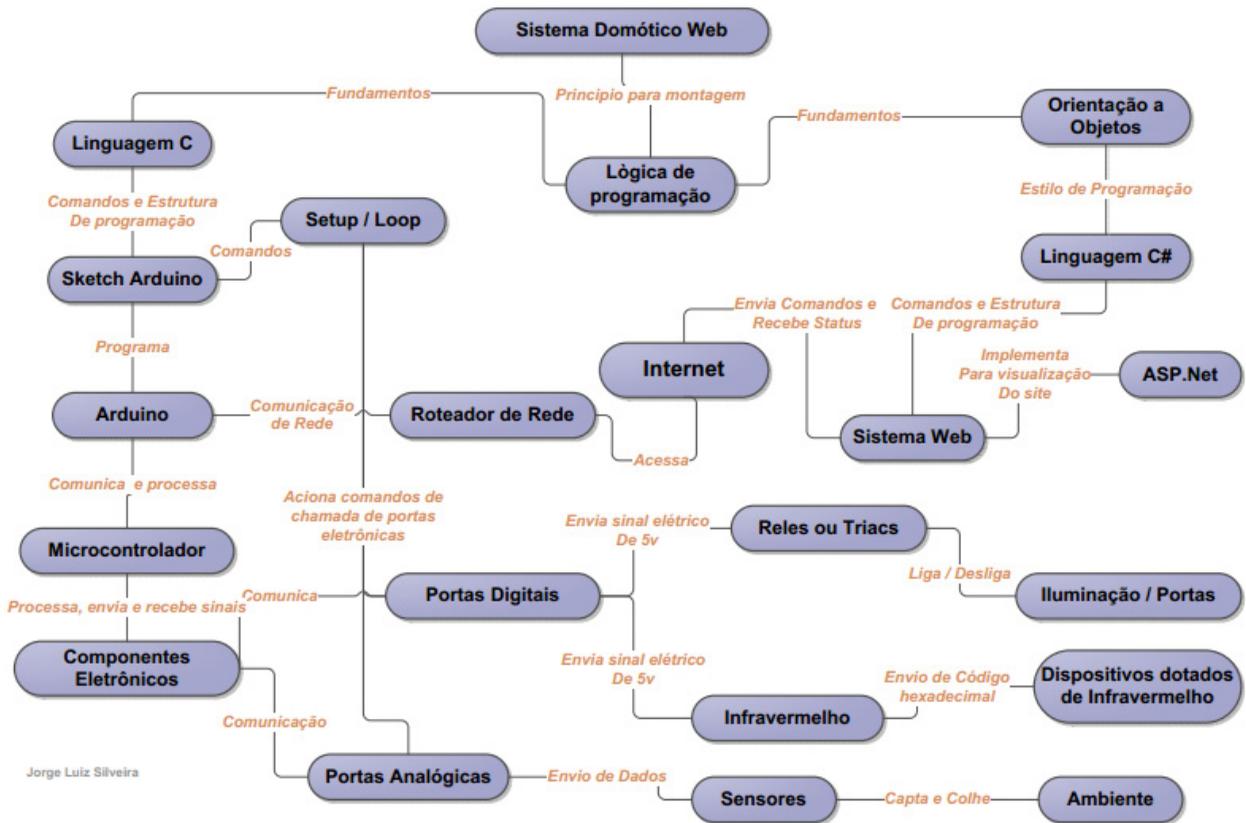
Figura 2: Modelos descritos no *WebLab*



Fonte: O autor.

- ✓ Linguagem de programação C (necessária para programação do microcontrolador Arduino)
 1. Histórico da linguagem e suas variações;
 2. Sintaxe dos comandos na linguagem C;
 3. Equivalência dos comandos do pseudocódigo com os comandos em C;
- 4. Ambiente de desenvolvimento Arduino (IDE);
- 5. Linguagem C para Arduino (Sketchs);
- 6. Estrutura básica do sketch (Void Setup e Void Loop);
- 7. Funções de controle das portas digitais e analógicas (entrada e saída);
- 8. Análise de exemplos introdutórios (Blink).

Figura 3: Mapa conceitual com as relações entre objetos de aprendizagem



Fonte: O autor.

No *WebLab*, o aluno dispõe de recursos para avançar, pausar, retroceder e rever os materiais disponibilizados. Os alunos são encorajados a compor e colocar à disposição dos próprios colegas os materiais (produções), projetos e até disponibilizar para avaliação pela comunidade que tem acesso ao *WebLab*. O único pré-requisito é colocar materiais com o propósito de ensino-aprendizado.

O modelo de ensino responde aos métodos de ensino que respondem aos aspectos pedagógicos. Para os grupos de aprendizes o *WebLab* sugere grupo de discussão, tempestade de ideias, painel de oposição e desenvolvimento de projetos (GARCIA GONZÁLEZ, 2005). Outras formas como “dicas”, “analogias” e “erros mais frequentes” foram especificadas no *WebLab*.

O modelo do aprendiz foi descrito para poder sugerir posteriormente materiais ao aprendiz ou a grupos conforme o perfil do usuário. Este modelo está desenvolvido de forma parcial e atualmente consta de um formulário que permite especificar as seguintes características:

1. Preferência de atividade grupal ou individual;
2. Inteligência predominante: linguística, lógico-matemática, visual, musical, cenestésica, interpessoal, intrapessoal, naturalista.
3. Nível de motivação: em caso de realização de grupos, o sistema poderá aconselhar conforme o nível de motivação, distribuindo de forma mais homogênea;
4. Dados pessoais do aprendiz;
5. Grau de independência: varia de “guiado” até “autônomo”.

O *WebLab* atualmente reconhece o aprendiz, uma vez que ele entra no sistema e sugere material novo relacionado a sua inteligência predominante declarada. Outros auxílios relacionados às atividades em grupo e ao perfil serão adicionadas nos próximos *releases* do *WebLab*.

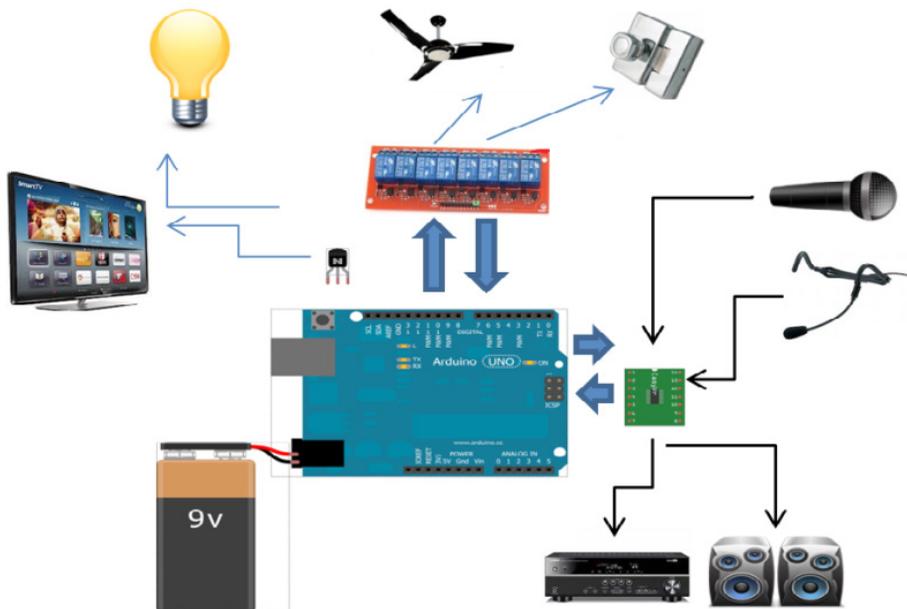
2.3 Projeto domótico presente no *Weblab*

Este projeto está estruturado seguindo as fases da aprendizagem colaborativa e encoraja aos novos alunos a

postarem materiais para avaliação durante o processo de ensino-aprendizagem. O projeto consiste da automatização de uma sala “multimídia”. Para esta sala, foram especificadas uma interface modal por voz para controle da lâmpada, controle do ventilador de teto, abertura de uma trava elétrica de porta,

controle de uma TV e o DVD Player. A Figura 4 apresenta os diversos componentes do projeto que apresentam uma visão holística ou sistêmica do conjunto de conhecimentos necessários para a elaboração do projeto. Esta visão holística busca a superação da fragmentação do conhecimento.

Figura 4: Representação do sistema da sala multimídia via interface modal por voz

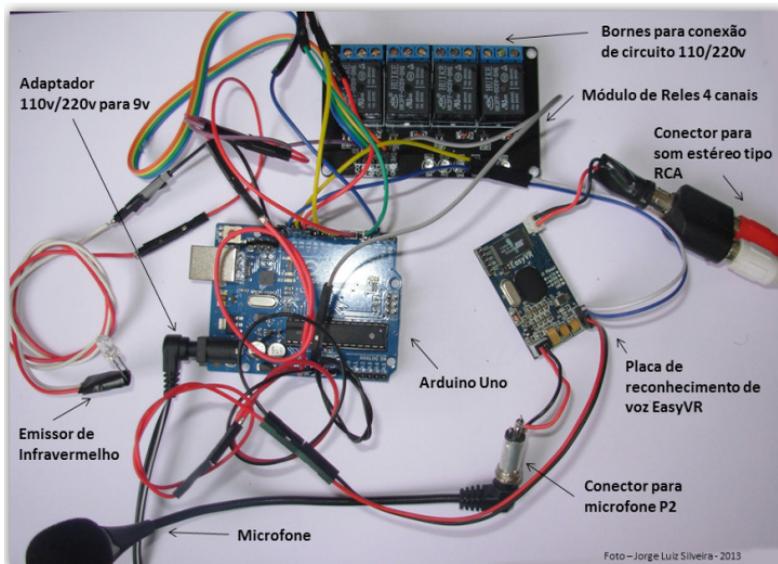


Fonte: O autor.

O WebLab dispõe de pequenos “laboratórios” onde o aprendiz pode consultar aulas teóricas exploratórias com conhecimentos básicos. A Figura 5 apresenta parte de uma

aula expositiva que contempla os temas, os conteúdos e as informações, levando o aluno a perceber e realizar seus próprios experimentos.

Figura 5: Montagem do sistema de controle da sala da biblioteca

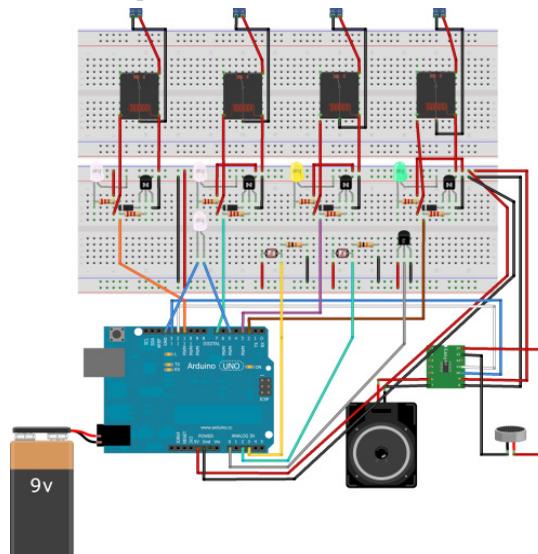


Fonte: O autor.

O esquema eletrônico de interligação dos diversos componentes na *Protoboard* é também apresentado para os

aprendizes que estão acostumados a esta descrição (Figura 6).

Figura 6: Esquema eletrônico de interligação dos diversos componentes na sala da biblioteca

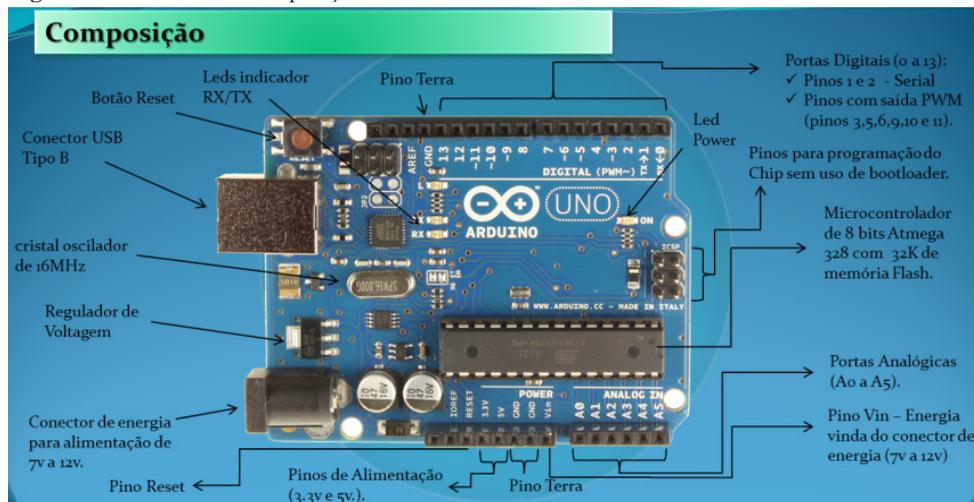


Fonte: O autor.

Os aprendizes com poucos conhecimentos sobre a arquitetura e o funcionamento do Arduino são encaminhados para as aulas expositivas com conteúdo diversificado em

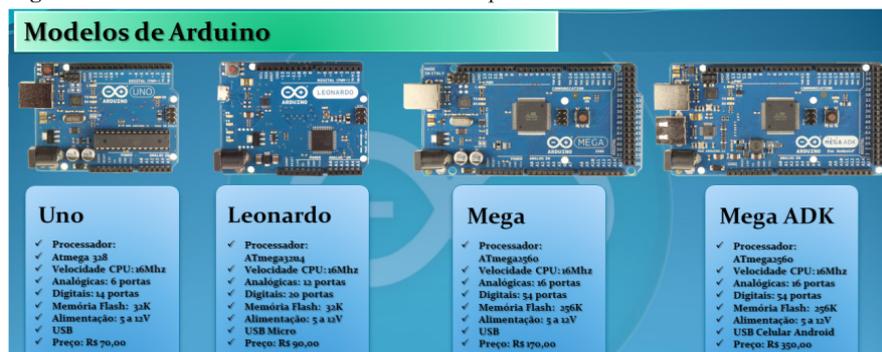
ppt, pdf, fotos e vídeos. A Figura 8 apresenta a composição do Arduino, os modelos de Arduino (Figura 9) e os *Shields* (Figura 10), entre outras.

Figura 8: Slides sobre a composição do Arduino



Fonte: O autor.

Figura 9: Slides sobre os modelos de Arduino disponíveis



Fonte: O autor.

Figura 10: Slide de apresentação dos Shields



Fonte: O autor.

A Figura 11 apresenta a explicação do acionamento com TRIAC. A Figura 12 apresenta o código em C para acionamento da televisão via infravermelho. O objetivo é disponibilizar aos aprendizes aulas práticas com conteúdo em diversos formatos.

Figura 11: Slide explicando o acionamento com TRIAC



Fonte: O autor.

Figura 12: Apresenta a funcionalidade de acionamento da TV (código)

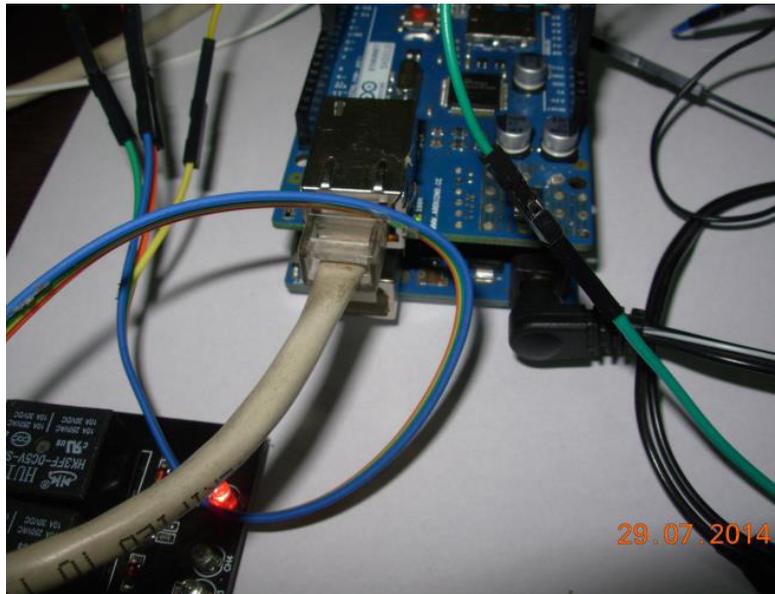


Fonte: O autor.

A Figura 13 apresenta um detalhe do cabo Ethernet ligado ao *Shield* no formato de vídeo. A Figura 14 apresenta a etapa

de testes realizada no acionamento através da página *web*, das opções de luminosidade, climatização e acesso.

Figura 13: Detalhes das ligações do protótipo para fins de explicação no vídeo de aulas



Fonte: O autor.

Figura 14: Imagem do teste de acionamento através da página *web*



Fonte: O autor.

2.4 Projeto domótico via *web* presente no *Weblab*

O segundo projeto disponibilizado para o processo de ensino no *WebLab* contempla um sistema domótico com controle via *web*. Na Figura 15 é apresentado o contexto do trabalho no qual o sistema contendo o Arduino com o Shield Ethernet controla a lâmpada, a trava de porta, o ventilador, o sensor de luz, o sensor de presença (PIR), o sensor de fumaça, o ar-condicionado, a tela elétrica e o projetor

multimídia. Através do conector RJ45 do Shield Ethernet ligado ao roteador é possível acessar aos dispositivos via *web*. Através da internet hoje em dia é possível fazer uso de mais de um equipamento para interagir com um sistema, como, por exemplo, computadores pessoais, *smartfones*, *tablets* e *smart TV*. Nesta primeira fase do projeto foram prototipados os seguintes controles: ligar ou desligar a lâmpada, o ar-condicionado, o ventilador e o projetor.

Figura 15: Protótipo da página web utilizada para que os alunos possam realizar os testes

Fonte: O autor.

O projeto consta também com diversos materiais didáticos para apresentação dos conteúdos necessários para elaboração do projeto. Na Figura 15 é apresentado o primeiro protótipo da página web de controle de dispositivos. Foram testados o acionamento da iluminação, climatização (ligar, desligar ventilador), abertura da porta e baixar-subir tela de projeção. O diferencial do *WebLab* desenvolvido é que ambos os projetos apresentam todo o desenvolvimento usando ferramentas da Microsoft, entre elas C# e ASP.NET, que são as linguagens utilizadas no curso de Ciência da Computação da faculdade. A escolha por esta plataforma responde a uma necessidade elicitada pelos aprendizes, que confirmaram a existência de diversos materiais, tutoriais e protótipos domóticos desenvolvidos em PHP e da quase inexistência de material relacionado às linguagens C# com Arduino. A vantagem de utilizar a plataforma é contribuir com a academia na divulgação de implementações de Arduino com uma linguagem de alto nível mais poderosa como C#. O *WebLab*, uma vez colocado na Internet, permitirá aos alunos terem acesso às aulas, protótipos, experiências diretas com os protótipos e código, facilitando a divulgação dos conhecimentos e da aplicação prática da linguagem.

3 Conclusão

Os *WebLabs* facilitam o acesso a diversos equipamentos e experiências e suas vantagens vêm sendo descritas por diversos pesquisadores. Entre elas podemos citar o acesso a equipamentos de alto custo e a disponibilidade de ter 24 horas por dia experimentos que possibilitam aos alunos a autoaprendizagem. Nesta pesquisa se deseja modelar e desenvolver um *WebLab* para ensino de Arduino- “internet das coisas” e verificar a sua aplicabilidade em diversos cursos, como: Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Automação Industrial e Ciência da Computação. No *WebLab*

a ser desenvolvido, pretende-se ministrar aos alunos diversos recursos baseados em Arduino, para que os interessados em estudar possam testar, reprogramar e modelar diversas situações. Isto baseado nas características do Arduino que permitem aos usuários com pouco domínio de programação conseguir efetuar tarefas de bons níveis de complexidade.

Faz parte da pesquisa avaliar o quanto o *WebLab* contribui no espírito empreendedor dos alunos, já que os experimentos que serão ministrados no *WebLab* podem ser desenvolvidos pelos próprios alunos com a aquisição dos componentes. Pesquisas relacionadas à aprendizagem situada serão também elaboradas, a fim de contribuir neste sentido com a academia.

Referências

- CRUZ, A.J.G. et al. WebLabs em Engenharia Química: desenvolvimento, implementação e operação remota de experimentos de transferência de massa via internet. In: COBENGE, 34. *Anais...* Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2006.
- BROWN, J.; COLLINS, A.; DUGUID P. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, v.18, n.1, p.32-42, 1989.
- BEHRENS, M.A. *A formação continuada de professores e a prática pedagógica*. Curitiba: Champagnat, 1996.
- COELHO, P.R.S.L. et al. A WebLab for mobile robotics education. *Robotics and Automation 2007*. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=4209048>. Acesso em: 7 mar. 2014.
- GARCIA GONZÁLEZ, L.A. *Um modelo conceitual para aprendizagem colaborativa baseada na execução de projetos pela Web*. Tese (Doutorado em Sistemas Digitais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- GARCIA-ZUBIA, J.; DEL MORAL, A. Suitability and implementation of a WebLab in engineering. In: EMERGING TECHNOLOGIES AND FACTORY AUTOMATION - ETFA, 10, Catania, 2005. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/mostRecentIssue.jsp?punumber=10734>. Acesso em: 3 fev. 2014.

GARDNER, H. *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

MOREIRA, V.R. *Plataforma em hardware reconfigurável para o ensino e pesquisa em laboratórios de sistemas digitais a distância*. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2009.

MORAN, J.M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologia audiovisual telemática. In: MORAN, J.M. *et al. Novas tecnologias e mediação pedagógica*. Campinas: Papyrus, 2000, p.11-65.

PAPERT, S. *The connected family: bridging the digital generation gap*. New York: Longstreet, 1996.

PRESSMAN, R. *Engenharia de software*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

SANTOS, L.R.P.; NASCIMENTO JÚNIOR, C.L. Implementação de baixo custo de uma arquitetura de weblab para o ensino de engenharia de controle. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AUTOMÁTICA, CBA, 19. Campina Grande, 2012. *Anais...* Campina Grande, 2012.

SIEVERS, F. *et al.* Weblab - um ambiente computacional de Aprendizagem interligada com experimentos reais de Física – experimento 1 – oscilador massa-mola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA - COBENGE, 35. Passo Fundo, RS, 2007. *Anais...* Passo Fundo, RS, 2007.