

# LabVad: Uma Proposta de Consórcio Nacional para Laboratórios Didáticos a Distância de Ciências e Robótica

Fábio Ferrentini Sampaio<sup>1</sup>, Leonardo Cunha de Miranda<sup>2</sup>, Marcos da Fonseca Elia<sup>1</sup>, Marcos de Castro Pinto<sup>1</sup>, Maurício Nunes da Costa Bomfim<sup>1</sup>, Serafim Brandão Pinto<sup>1</sup>, Rubens Lacerda Queiroz<sup>1</sup>, Raphael Netto Castelo Branco Rocha<sup>1</sup>, Murilo de Araújo Bento<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais  
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
20001-970 – Rio de Janeiro, RJ – Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Informática e Matemática Aplicada  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
59078-970 – Natal, RN – Brasil

ffs@nce.ufrj.br, leonardo@dimap.ufrn.br, melia@nce.ufrj.br,  
marcastp@gmail.com, mauricio@nce.ufrj.br, serafim@nce.ufrj.br,  
rubensqueiroz@outlook.com, raphael.dkreng@gmail.com,  
murilo.araujo.md@gmail.com

**Resumo.** Este trabalho apresenta uma arquitetura computacional para a criação de um consórcio nacional de laboratórios didáticos a distância, formado por servidores web de diferentes finalidades e funcionalidades, denominados ProtoLabVad que são controlados por uma placa Arduino interfaceada a alguns dispositivos, tais como, displays, motores, sensores, LEDs e webcam. Os ProtoLabVad são escaláveis pela simples incorporação de novos experimentos propostos por usuários-autores, desde que possam ser configurados e executados pelos usuários-clientes de acordo com um protocolo definido previamente pelo servidor central da plataforma. O projeto é baseado em hardware e software livre.

**Abstract.** This paper presents a computational architecture for the creation of a national consortium of remote educational laboratories, formed by web servers of different purposes and features, called ProtoLabVad. These laboratories are controlled by an Arduino board interfaced to some devices, such as, displays, motors, LEDs, sensors and webcam. The ProtoLabVad are scalable by simply adding new experiments proposed by users-authors, provided they can be configured and run by users according to a defined protocol previously defined by the central server of the platform. The project is based on free hardware and software.

## 1. Introdução

No Brasil, as ciências experimentais têm sido ensinadas de forma não experimental, sendo as aulas dadas em geral de maneira expositiva e o quadro negro sendo a principal tecnologia educacional. Acumulam-se evidências dessa situação há anos. Por exemplo, os estudos de campo feitos por Magalhães (1979) mostram que a má formação experimental dos professores é a principal causa – com o agravante de ser circular – do

ensino não experimental no Brasil, facilmente constatada pela pouca ênfase que se dá às disciplinas de cunho experimental nos currículos dos cursos de licenciatura oferecidos pelo país afora, seja nas instituições privadas ou mesmo públicas de ensino superior. Não tendo sido bem preparados, os professores sentem sua autoridade professoral ameaçada em um cenário de aula prática, seja no laboratório, ou até mesmo, dentro da sala de aula.

É interessante observar que essa mesma síndrome está se reproduzindo nos chamados laboratórios de informática das escolas do ensino médio e fundamental, que são conduzidos por “professores de informática” que, agora, lecionam uma nova disciplina curricular incluída com ementa para tratar de conteúdos específicos de Informática, hoje existentes por força da pressão, em particular, dos pais dos alunos e, em geral, de uma sociedade cada vez mais dependente das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs). O que se constata na maior parte das vezes nessas disciplinas é que são atividades práticas de TI desassociadas das atividades regulares das outras disciplinas desperdiçando-se, assim, o grande potencial que as TICs oferecem como tecnologia educacional inovadora e entrelaçadora de conteúdos (ênfase interdisciplinar), por exemplo, de acesso a uma base de conhecimento dinâmica, antes só disponível de forma estática nas bibliotecas, ou de desenvolvimento cognitivo dos alunos pela possibilidade do *feedback* ágil no caso de erros.

Se aprofundarmos essa análise, chegaremos a conclusão que, de fato, o fator determinantemente causal dessa situação, ou seja, o ensino não experimental ou ensino experimental desfocado, reside na natureza cultural do nosso povo que tende a valorizar o discurso, em detrimento das evidências empíricas [Elia 1985]. Outras culturas, como a anglo-saxônica, estão no extremo oposto, conforme bem ilustrado pela frase irônica do famoso fraseologista, dramaturgo e prêmio Nobel de Literatura, o irlandês Bernard Shaw: “Quem sabe faz, quem não sabe ensina”; que permite a nossa leitura para a realidade cultural brasileira: quem não sabe fazer, ensina dando apenas aulas teóricas. Obviamente, esse problema cultural poderia ser revertido a médio e longo prazo, desde que as boas políticas educacionais de estado, já existentes [LDB 1996], fossem implementadas por políticas públicas governamentais sem descontinuidades. Outro fator a ser considerado, é o elevado custo do ensino experimental, que requer compra e manutenção de equipamentos, instalações especiais de laboratórios, técnicos de laboratório e, sobretudo, turmas bem menores (ou mais hora-aula professor) para assistir os alunos.

A nosso ver, a questão do ensino experimental está complexamente entrelaçada com a temática desta edição do Seminário Integrado de Software e Hardware (SEMISH) do Congresso da Sociedade Brasileira de Computação (CSBC’15), que propõe como um dos desafios da computação a discussão sobre “A Internet das Coisas”. Neste sentido, acreditamos que a presente proposta de um consórcio confederado de máquinas servidoras voltadas para o acesso remoto de laboratórios de atividades didáticas, contribui para a formação de sujeitos responsivos necessários para uma sociedade globalizada de bases complexas e que a mesma apresenta aderência temática para as discussões do principal fórum científico da SBC.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta a plataforma base do consórcio; a Seção 3 apresenta nossa proposta de consórcio de

âmbito nacional; a Seção 4 apresenta uma discussão acerca deste trabalho; e a Seção 5 conclui o artigo.

## 2. LabVad

O Laboratório Virtual de Atividades Didáticas (LabVad) tem como proposta formar uma rede de laboratórios didáticos para serem acessados remotamente via web por professores e alunos em regime de 24 horas, 7 dias por semana e 365 dias por ano. São chamados virtuais porque, embora no lado servidor estejam sendo realizados experimentos reais, no lado dos usuários eles são vistos e manipulados virtualmente via dispositivos eletrônicos, tais como, PCs, *tablets* e *smartphones*.

O LabVad vem sendo desenvolvido no Instituto Tércio Pacitti de Aplicações e Pesquisas Computacionais da Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ) desde 2008.

### 2.1. Origem e Passado

A versão inicial (Fase 0 do LabVad) foi resultado de uma fase prospectiva (2008-2011) do tipo “uma ideia na cabeça e... procurei, procurei de lanterna na mão” [Victorino et al. 2009]. Assim, o primeiro passo foi investigar *se* e *como* as interfaces para laboratório de Ciências, disponíveis à época no mercado como, por exemplo, a Science Workshop (PASCO) e LabView (National Instruments), poderiam ser acessadas remotamente. Utilizou-se a solução trivial, com acesso RDP via VPN e uma aplicação *desktop* desenvolvida em Visual Basic para fazer a leitura de um conjunto sequencial de *photogates*, cada qual formado por um par emissor e sensor LDR de infravermelho, montados em um trilho de ar da EALING. Embora bem sucedida, não se tratava de uma solução web stricto sensu via navegador web.

Passou-se em seguida a uma investigação de solução com navegador web, quando então um protótipo, denominado de ProtoLabVad, foi desenvolvido em termos de hardware e software. Trata-se de um conceito criado no âmbito do Projeto LabVad como um análogo do *protoboard* frequentemente utilizado para fazer pré-montagem de circuitos eletrônicos. No caso do LabVad, o objetivo é criar uma pequena infraestrutura de hardware e software, contendo uma placa controladora eletrônica analógico-digital, circuitos e componentes eletrônicos, encapsulada na forma de um componente que permita usuários-autores criarem experimentos que possam ser disponibilizados pelo servidor do Projeto LabVad para serem executados e visualizados remotamente por usuários-clientes, através de um navegador web. As imagens do experimento são transmitidas para o cliente na forma de *streaming* e gravadas.

A primeira versão do ProtoLabVad foi então voltada para o ensino de ciências (ProtoLabVadCiências), formado por uma placa controladora industrial PIC16F877A e os circuitos eletrônicos necessários para permitir a realização a distância de um experimento com o trilho de ar<sup>1</sup>, tais como, ligar o fluxo de ar, provocar o início do

---

<sup>1</sup> Perfil linear de seção triangular de alumínio com furos simetricamente distribuídos, que permitem a saída de um fluxo homogêneo de ar de dentro para fora do perfil, formando uma película de ar que reduz significativamente o atrito do movimento de um objeto que se desloque a cavaleiro sobre ele na posição de um “Y invertido”.

movimento do carrinho usando um sistema solenoide-mola e fazer a leitura de dados a partir de um conjunto sequencial de *photogates*. Foi construído um trilho de ar especialmente para o projeto. Em termos de software, foi desenvolvida uma aplicação ASP para permitir, via navegador web, uma interação dinâmica de entrada de parâmetros por parte dos usuários – lado cliente – com o aparato experimental – lado servidor – e foi utilizado um componente que permite o uso da porta paralela do PC, tanto para envio de sinais de controle (i.e. ligar colchão de ar e disparar o carrinho), como para recebimento das informações oriundas do conjunto sequencial de *photogates*.

Ainda nesse período, outra ação considerada importante para a área de Ciências foi a de preparar professores para serem capazes de fazer demonstrações e conduzir experimentos interativos com os seus alunos, presencialmente ou a distância, usando equipamentos de ponta fortemente baseados em TIC e na robótica pedagógica. Neste sentido foi desenvolvido um modelo hierárquico interativo em três camadas, denominado de MHI-3C, para a formação de professores [Pinto 2011].

Objetivando fazer um estudo piloto para avaliar, tanto a estrutura de hardware e software do ProtoLabVadCiências quanto o modelo MHI-3C de formação de professores, pensou-se primeiramente – em meados de 2010 – em utilizar uma amostra de docentes responsáveis pelo ensino técnico de Eletrônica. Essa pesquisa propunha a construção de um laboratório remoto para atividades didáticas voltadas para o estudo dos dispositivos microcontroladores e suas aplicações. A proposta era que alunos e professores realizassem remotamente a programação de um microcontrolador da família PIC, alojado em um ProtoLabVadEletrônica, especialmente construído para a realização da pesquisa, dotado de alguns periféricos (e.g. *display* de 7 segmentos, LCD e sequência de LEDs), conforme ilustrado na Figura 1.



**Figura 1. ProtoLabVadEletrônica projetado para o ensino técnico de eletrônica**

No contexto do ProtoLabVadEletrônica, a programação remota ocorria da seguinte forma: O usuário ao acessar o endereço do LabVad, obtinha uma página web com um formulário de login onde entrava com dados de usuário e senha. Após a autenticação, era disponibilizado o formulário para envio do programa a ser executado no microcontrolador remoto (arquivo em formato hexadecimal). Era necessário que o usuário utilizasse ferramentas de desenvolvimento para microcontroladores PIC em sua máquina local para criação do programa e compilação do mesmo para obtenção do arquivo hexadecimal (.hex). Após carregado o arquivo .hex via formulário web, o usuário clicava no botão “Enviar Programa” para direcioná-lo ao servidor. Ao chegar neste, o arquivo .hex era carregado em um aplicativo denominado “bootloader” (já

configurado para o microcontrolador da placa, i.e. PIC 16F877A) que possuía a função de, efetivamente, programar o microcontrolador. Uma câmera fixada acima da placa transmitia o resultado da programação. O vídeo obtido era disponibilizado, via processo de *streaming* de vídeo, no navegador do usuário. O programa utilizado no servidor para o *streaming* de vídeo foi o Windows Media Encoder.

Um levantamento feito junto a esses professores em escolas técnicas do estado do Rio de Janeiro mostrou que, apesar de que a compreensão dessa placa fizesse parte da ementa do curso e que a abordagem da mesma fosse feita no quadro-negro, sem qualquer estudo prático, não houve interesse por parte dos professores em participar do estudo-piloto [Pinto 2011]. Dois fatos foram determinantes para a continuidade do Projeto LabVad em 2011 (Fase 1 do LabVad), após a decepção descrita anteriormente, i.e. (i) a explosão comercial no Brasil de uma placa controladora analógico-digital de arquitetura muito simples e de baixíssimo custo, ou seja, o Arduino [Arduino 2005]; e (ii) o lançamento do Edital PROUCA [MEC 2010] convidando a comunidade acadêmica a apresentar em projetos voltados para a consolidação dos computadores de baixo custo UCA (Um Computador por Aluno) nas escolas públicas.

Os integrantes do Projeto LabVad foram selecionados pelo PROUCA com a apresentação de um projeto de ensino de robótica educacional, intitulado “Uca na Cuca”, com cinco metas [Sampaio e Elia 2012], dentre as quais incluíam-se: (i) continuidade do LabVad agora usando a plataforma de hardware e software livres Arduino, e o desenvolvimento do ProtoLabVadRobótica voltado para o computador UCA; (ii) formação de professores, das escolas conveniadas do município de Pirai (RJ), no ensino de robótica educacional usando o modelo MHI-3C; e (iii) desenvolvimento de uma linguagem de programação visual para a placa Arduino denominada DuinoBlocks. As duas últimas metas foram concluídas, gerando dissertações de mestrado [Pinto 2011; Alves 2013], enquanto que a primeira está em fase de conclusão [Souza et al. 2014].

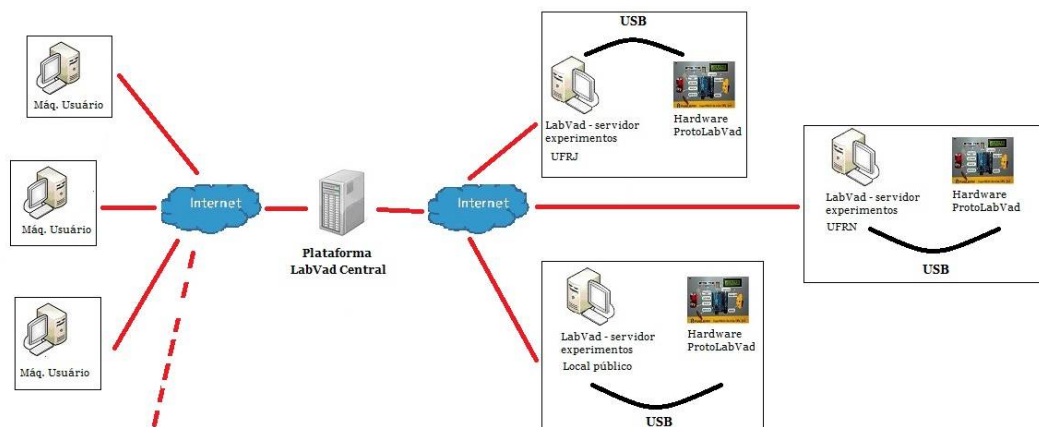
## 2.2. LabVad Hoje

A fase atual (2) do LabVad está sendo marcada pela parceria entre os grupos de pesquisa GINAPE/NCE/UFRJ e PAIRG/DIMAp/UFRN, com apoio da RNP<sup>2</sup>, reformulação da arquitetura de servidores e pela implantação estável e escalável dos três ProtoLabVad prototipados nas fases anteriores.

A Figura 2 ilustra a arquitetura do projeto atual, onde pode-se notar dois ramos de acesso ao servidor web da Plataforma LabVad Central, sendo o ramo da direita formado por três confederações de servidores: LabVadCiências, LabVadRobótica e LabVadPúblico, enquanto que o ramo da esquerda representa as estações de trabalho dos clientes, que podem estar geograficamente localizadas em qualquer lugar. Segue um detalhamento de cada componente dessa arquitetura de rede em estrela.

---

<sup>2</sup> <http://www.rnp.br/noticias/programas-pd-tematicos-selecionam-cinco-projetos-voltados-e-saude-e-educacao-distancia>.



**Figura 2. Arquitetura atual do LabVad**

O **servidor central** da plataforma LabVad (labvad-centralserver) é um sistema desenvolvido segundo os preceitos do software livre, baseado no sistema operacional Linux e utilizando o servidor web Apache, a linguagem PHP, e o sistema gerenciador de banco de dados MySQL. O sistema implementa um cadastro dos usuários e o agendamento do acesso aos servidores de experimentos de forma a garantir que somente um usuário de cada vez interaja com o equipamento de cada servidor remoto.

Os **servidores remotos** da plataforma LabVad (labvad-remoteserver) podem ser de três tipos, i.e. robótica, ciências e público. Os servidores remotos que possuem um ProtoLabVadRobótica, provendo experimentos de robótica educacional, contém uma placa Arduino com algumas opções de atuadores como LEDs, *displays* e motores. A ideia é que o usuário possa programar a placa remotamente, escrevendo programas na linguagem Wiring, que interajam com estes atuadores. Um programa PHP rodando nesses servidores remotos, recebe requisições POST provenientes do usuário autenticado pelo servidor central. Essas requisições enviam o código fonte Wiring produzido pelo usuário, compilando-o, executando-o, e retornando ao servidor central uma string codificada em formato JSON indicando o sucesso ou erro desta operação. Após comandar a execução, o usuário pode acompanhar visualmente todo o processo de execução do programa através da câmera de vídeo instalada sobre a placa do servidor remoto. É possível ainda salvar o vídeo da execução do programa e o respectivo código-fonte para a visualização posterior do experimento.

Os servidores remotos que implementam experimentos de ciências operam através da mesma interface da plataforma LabVad central. Neste caso, entretanto, ao invés de interagir com o servidor remoto através da criação de um programa, o usuário deve poder configurar o experimento parametrizando-o e seguindo os passos para sua realização, da mesma forma que faria num laboratório real. Neste caso, o servidor remoto, receberá requisições POST provenientes do usuário autenticado pelo servidor central com os parâmetros para execução do experimento que serão enviados a um programa residente na placa Arduino, capaz de controlar o equipamento. Da mesma forma que nos laboratórios de robótica, o usuário pode acompanhar visualmente todo o processo de realização do experimento através da câmera de vídeo instalada sobre o

equipamento, eventualmente salvando o vídeo e os respectivos parâmetros para apresentação posterior do experimento.

Os servidores remotos públicos são formados por um mix de servidores das duas confederações descritas anteriormente, com as peculiaridades de eles terem sido escolhidos por apresentarem um conteúdo de elevado valor para a divulgação do conhecimento científico e por estarem geograficamente em local público.

O **módulo *streaming* dos servidores remotos** da plataforma LabVad (labvad-remoteserver-streaming) foi desenvolvido baseado na tecnologia VLC. O módulo é opcional, mas fortemente recomendável sua instalação nos servidores remotos da plataforma (i.e. dos LabVads remotos), de modo que os usuários possam visualizar pelo navegador os experimentos que estiverem em execução nos laboratórios remotos. O *streaming* é gravado no servidor remoto e, em um segundo momento, de forma automática, os vídeos gravados são transferidos para o servidor central da plataforma, de modo a ficar disponível para os usuários – mesmo que o laboratório remoto esteja *offline* – quando quiser ver o vídeo de experimentos já executados. O módulo possui recurso de log para melhor gerenciamento do serviço pelos administradores/responsáveis pelos laboratórios remotos. O *streaming* dos vídeos são também transmitidos em tempo real para o site do projeto, como uma forma apenas de visualização do *status* dos laboratórios, sem a possibilidade de intervenção.

Os experimentos das confederações LabVadRobótica e LabVadCiências deverão ser pedagogicamente estruturados de forma:

**(i) Interativa:** em que os usuários podem interagir com o experimento, modificando os valores de alguns parâmetros informados no protocolo técnico de submissão pelo autor do experimento. Esta modalidade requer um pré-agendamento por parte do usuário porque a sua execução demanda um período de tempo que tem que ser previamente determinado como, por exemplo, seria o caso de um professor querendo discutir o experimento em tela com seus alunos em sala de aula.

**(ii) Demonstrativa:** em que não há qualquer possibilidade de interação *online* do cliente com o experimento, bastando que o usuário clique o botão de “Executar o experimento” para que sua requisição entre em uma fila que obedece a ordem de chegada. Quando chegar a vez do usuário solicitante, o experimento será executado “para o mundo” esteja o usuário conectado ou não no momento.

Um exemplo de experimento demonstrativo seria aquele em que um usuário cria um programa de robótica para a placa Arduino e deseja testá-lo usando o LabVadRobótica.

É importante destacar que no caso dos experimentos demonstrativos tanto as imagens geradas e os resultados obtidos são transmitidos e gravados, ficando em um domínio público onde qualquer usuário poderá acessá-los quantas vezes quiser, enquanto que no caso dos experimentos interativos um arquivo de log contendo as interações do usuário com o experimento também é gerado, ficando disponível apenas para o usuário que agendou o experimento e para pesquisadores cadastrados no Consórcio.

A Figura 3 e a Figura 4 apresentam, respectivamente, o ProtoLabvadRobótica e o ProtoLabVadCiências em seu estado atual de desenvolvimento.



Figura 3. ProtoLabVadRobótica sendo utilizado via web (Abril de 2015)

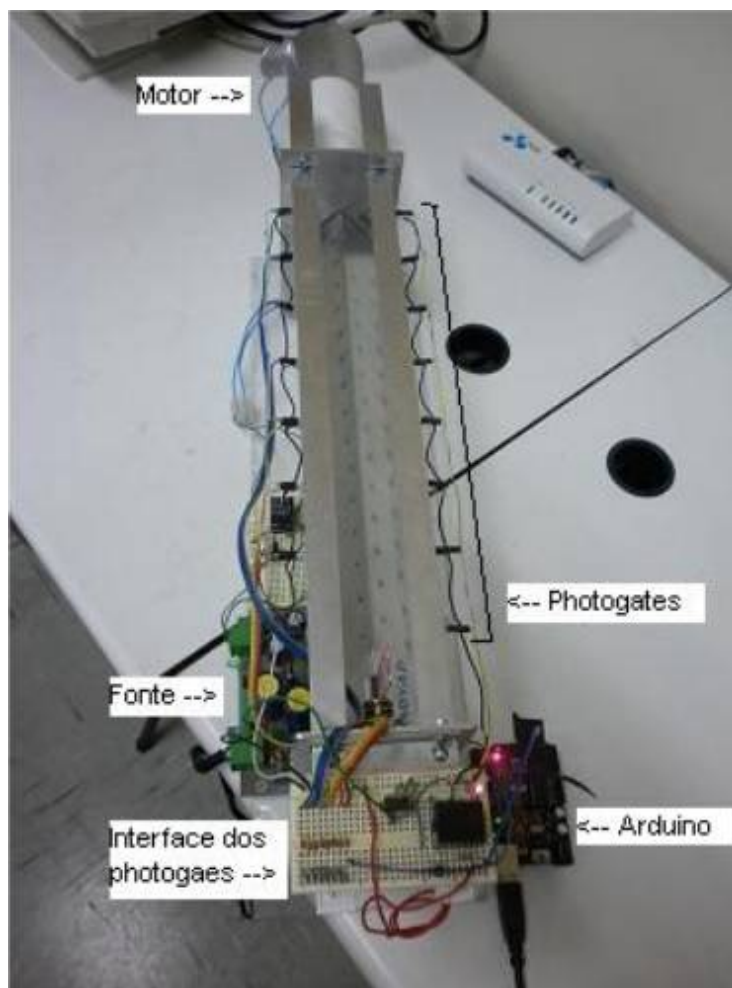


Figura 4. ProtoLabVadCiências (Abril de 2015)



### 2.3. Síntese

Na Tabela 1 é apresentada uma visão geral sobre aspectos relevantes de cada fase do LabVad.

**Tabela 1. Visão geral das três fases do Projeto LabVad**

<b>Fases</b>	<b>Versão 0</b>	<b>Versão 1</b>	<b>Versão 2</b>
<b>Períodos</b>	2008-2011	2011-2014	2014-atual
<b>Projetos</b>	Projetos de pesquisa de mestrado [Victorino et al. 2009; Pinto 2011]	Projetos de pesquisa de mestrado [Pinto 2011; Alves 2013; Souza et al. 2014]	-
<b>Grupos de pesquisa</b>	GINAPE/NCE/UFRJ	GINAPE/NCE/UFRJ	GINAPE/NCE/UFRJ & PAIRG/DIMAp/UFRN
<b>Fomento</b>	FAPERJ (Edital 06/2008)	CNPq (Projeto UCA/Edital 76/2010)	RNP (Edital de GT Temáticos 2014-2015)
<b>Focos/ Metas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plataforma para acesso remoto em VB/ASP</li><li>• Conceito de ProtoLabVad</li><li>• ProtoLabVadCiências</li><li>• Formação de professores (modelo MIH-3C)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Plataforma para acesso remoto em PHP</li><li>• ProtoLabVadRobótica</li><li>• Linguagem de programação icônica (DuinoBlocks)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arquitetura para acesso remoto em estrela</li><li>• Portal do LabVad</li><li>• ProtoLabVadRobótica</li><li>• ProtoLabVadCiências</li><li>• ProtoLabVadPúblico - corresponde ao ProtoLabVad que será colocado em local público com tema de divulgação científica</li><li>• DuinoBlocks para crianças (DBK)</li></ul>

### 3. Consórcio LabVad

As três confederações de servidores descritas anteriormente constituem o Consórcio LabVad que visa estimular profissionais das mais diversas áreas de conhecimento e níveis de formação a desenvolver novos experimentos de Ciências e Robótica, de forma independente e descentralizada, a partir de uma plataforma de hardware e software livre. Cada experimento a ser executado remotamente pelos clientes, através do consórcio LabVad, será de autoria de qualquer profissional que apresente sua proposta de acordo com um protocolo técnico e didático, ético e de qualidade previamente homologado para cada tipo de serviço. Uma vez verificado o atendimento desses requisitos pela Coordenação do Consórcio LabVad, o experimento proposto fica acessível a qualquer usuário da plataforma.

A arquitetura em estrela da plataforma permite uma expansão fácil com poucas modificações no ambiente central e uma quase total liberdade na implementação do laboratório local (ProtoLabVad). Assim, novos laboratórios podem ser agregados de forma fácil e, sobretudo, colaborativa com a inclusão de novos profissionais-autores no Consórcio, atuando no Brasil ou no exterior. Sob o ponto de vista dos usuários-alunos, também poderá haver uma inclusão em larga escala se compararmos com a situação

atual, que aponta para uma ausência sistêmica do ensino experimental no ensino de Ciências e de Informática.

Para ilustrar o conceito e dar início ao esperado processo de multiplicação, estão sendo implementados duas instâncias de servidores da confederação LabVadRobótica, sendo um no Rio de Janeiro (UFRJ) e outro em Natal (UFRN), bem como, uma instância da confederação do LabVadCiências na UFRJ. A primeira instância do LabVadPúblico será localizada em um local público estratégico com grande movimentação de pessoas, a ser ainda definido, como por exemplo, no interior de uma estação de Metrô ou em uma área de convivência de uma Universidade.

No plano pedagógico, espera-se que o Consórcio LabVad venha contribuir diretamente para tornar mais experimental o ensino de ciências e de robótica e, indiretamente, para popularizar a cultura científica em todo o Brasil. Especificamente, espera-se que sejam alcançados os seguintes objetivos: (i) Difundir o corpo de conhecimento da ciência e a metodologia de investigação científica entre os alunos, com orientação de seus professores, através da realização de atividades experimentais a distância; (ii) Melhorar a compreensão da ciência por parte do público em geral aproximando-o de especialistas, alunos e professores.

#### **4. Conclusão**

Este artigo apresentou a plataforma LabVad e sinaliza para a comunidade a possibilidade da criação de um consórcio nacional para laboratórios didáticos de Ciências e Robótica com base nesta plataforma.

Como trabalhos futuros, sugerimos o desenvolvimento de novos laboratórios de Ciências utilizando outras placas diferentes de Arduino como, por exemplo, Raspberry e Panda Board.

#### **Agradecimentos**

Este trabalho conta com financiamento da Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) através do Edital do Programa de GTs Temáticos 2014-2015.

#### **Referências**

Alves, R.F. (2013) “DuinoBlocks: Desenho e Implementação de um Ambiente de Programação Visual para Robótica Educacional”. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Arduino (2005) “Arduino”, <http://www.arduino.cc>.

Elia, M.F. (1985) “Ensino não Experimental de uma Ciência Experimental: Um Problema Cultural Brasileiro”, Participação Mesa Redonda - Problemas críticos no Ensino de Ciências-, Atas do VI SNEF, Niterói, RJ, pag. 90-98.

LDB 1986 disponível em <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/tvescola/leis/lein9394.pdf>

Magalhães, M.A.B. (1979) “Novas Tecnologias para o Ensino de Ciências: Condicionantes de sua Utilização na Sala de aula”. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

MEC. Edital CNPq/CAPES/SEB-MEC nº 76/2010.

Pinto, M.C. (2011) “Aplicação de Arquitetura Pedagógica em Curso de Robótica Educacional com Hardware Livre”. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

PROUCA. Programa um Computador por Aluno PROUCA – Lei 12.249, de 14/06/2010. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112249.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112249.htm)>. Acessado em Fevereiro de 2011.

Sampaio, F.F. e Elia, M.F. (2012) “Projeto UCA na CUCA: Robótica Educacional na Sala de Aula”. In: Fábio Ferrentini Sampaio; Marcos da Fonseca Elia. (Org.). Projeto Um Computador por Aluno: Pesquisas e perspectivas, p. 195-206.

Souza, P. R. A., Sampaio F. F., Elia, M. F. e Pinto, S.B. (2014) “LabVad: Laboratório Remoto para o Desenvolvimento de Atividades Didáticas com Robótica”. In: *XIX Congresso Internacional de Informática Educativa*, p. 690-694.

Victorino, L., Elia, M.F., Gomes A., Castro, M. e Bastos, C.A.R. (2009) “Laboratório Virtual de Atividades Didáticas – LabVad”. In: *XXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*, p. 1723-1732.