

# Laboratório Virtual de Atividades Didáticas - LabVad

Luís Victorino<sup>1</sup>, Marcos Elia<sup>1</sup>, Ângelo Gomes<sup>2</sup>, Marcos de Castro<sup>1</sup>, César Bastos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Computação Eletrônica – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Caixa Postal 2324 - CEP 21.941-590 - Rio de Janeiro – RJ - Brasil

<sup>2</sup>Instituto de Física – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)  
Caixa Postal 68528 - 21941-972 Rio de Janeiro, RJ - Brasil

victorin@fiocruz.br, melia@nce.ufrj.br, amgomes@if.ufrj.br,  
marcastp@gmail.com, carbastos@uol.com.br

**Abstract.** *In a world where the worldwide economy is more and more globalized, competitive and computerized, the public and private schools face difficulties in the teaching of the natural sciences on experimental basis, where pupils could test scientific theories against their own intuitive conceptions. Aiming to overcome such difficulties, this article presents a Teaching-Learning Physics Virtual Laboratory Project (LabVad) remotely accessed by teachers and pupils through the Internet, where they can autonomously and collaboratively control experiments, together with a pedagogic innovatory proposal centered in the teacher which considers situated knowledge as a starting point, instead of the scientific body of knowledge. The state of art, main decisions e preliminary achievements are discussed.*

**Resumo.** *Em um mundo onde a economia mundial está cada vez mais globalizada, competitiva e informatizada, as escolas públicas e privadas enfrentam dificuldades no ensino das ciências naturais em grande parte por falta de laboratórios experimentais adequados onde os alunos possam testar suas teorias. Nesse contexto, este artigo apresenta o Laboratório Virtual de Atividades Didáticas – LabVad, um Laboratório que oferecerá, através da internet, experimentos controlados e monitorados remotamente, juntamente com um proposta pedagógica inovadora que é centrada no professor, além de uma descrição da montagem das experiências pilotos bem como opções tecnológicas tomadas pela equipe de criação.*

## 1. Introdução

As instituições de ensino, cujos cursos apresentam necessidades de experimentação laboratorial, têm enfrentado muitas dificuldades quanto à qualidade de ensino. Isto ocorre, sobretudo, nas disciplinas de ciências naturais (Física, Química e Biologia da rede de ensino básico e médio). Em realidade, o fato é que no sistema educacional brasileiro essas ciências, embora experimentais, não têm sido ensinadas de forma experimental ao longo de décadas [Magalhães, 1979]. A realização de trabalhos experimentais em laboratórios devidamente equipados é essencial para se aprender ciência e adquirir cultura científica. Porém, nem todos os jovens têm acesso a estes equipamentos, especialmente aqueles que estudam em escolas públicas.

As principais razões seriam a falta de uma cultura que valoriza a argumentação discursiva em detrimento de evidências empíricas [Elia, 1985] [Massabni, 2007] e a não formação adequada de professores [Gatti, 2000].

Outro fator de importância condicionante seria o alto custo da instalação e manutenção dos laboratórios nas escolas. Se por um lado a utilização de novas tecnologias, aliada aos sistemas de comunicação, proporciona um avanço sem precedentes na área da educação e na rápida difusão do conhecimento, como ocorreu nos anos 80 com a informatização dos laboratórios de pesquisa científica, o fato é que a utilização das chamadas TIC em laboratórios didáticos ainda representa um custo elevado.

Uma das soluções encontradas para superar essas dificuldades reside em compartilhar remotamente os recursos dos laboratórios através da utilização de computadores interligados em redes, com um conjunto de programas que pretendem disponibilizar atividades laboratoriais.

Dessa forma, os laboratórios virtuais remotos pretendem melhorar a qualidade do ensino, incentivando o uso de novas tecnologias [Rohrig e Jocheim, 1999], atendendo um maior número de alunos em aulas práticas. Com as novas ferramentas disponíveis no mercado (software/hardware) pode-se destacar uma nova forma de ensino [Borges, 2002] envolvendo o uso de redes de computadores, ensaios experimentais monitorados via computador, disponibilizando recursos e atividades experimentais aos estudantes distantes e às escolas carentes de laboratórios convencionais.

A proposta de uso de experimentos virtuais com acesso remoto encontra respaldo, em estudos que demonstram o crescimento no número de usuários da Internet em quase todos os segmentos da sociedade brasileira. Este crescimento pode ser observado nos estudos apresentados pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), pelo Comitê para a Democratização da informática (CDI), pelo Comitê gestor da Internet no Brasil [Balboni, 2008] e pela inglesa Point Topic [Vanier, 2008].

Com base nesta constatação, o presente artigo descreve uma pesquisa interdisciplinar, envolvendo a área de Física e de Computação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com três grandes propósitos: (1) fomentar a cultura da observação, investigação, e experimentação no processo de ensino-aprendizado das ciências experimentais; (2) contribuir para uma formação experimental de qualidade nos professores dessas disciplinas; (3) apoiar o ensino experimental formal nas escolas do Estado do Rio de Janeiro. O projeto é intitulado Laboratório Virtual de Atividades Didáticas - LabVad.

O artigo está estruturado em seções que tratam respectivamente de uma apresentação do projeto (seção 1), descrição do LabVad com seus objetivos específicos, e organização (seção 2), da sua montagem experimental (seção 3), da sua arquitetura pedagógica (seção 4) e das opções tecnológicas que estão sendo adotadas (seção 5). O artigo se encerra com considerações finais sobre o andamento do projeto (seção 6) e sobre as referências utilizadas (seção 7).

## **2. O Laboratório Virtual de Atividades Didáticas - LabVad**

O Laboratório Virtual de Atividades Didáticas (LabVad) pretende oferecer acesso por meio da internet a experimentos reais alocados, em um primeiro momento, na Universidade Federal do Rio de Janeiro que atuará como provedora para o sistema escolar do Estado. Em um segundo momento, pretende-se disseminar o laboratório pelas escolas, aumentando a capacidade de acesso dos experimentos provenientes de diferentes lugares.

O objetivo principal do LabVad é oferecer oportunidade aos alunos de efetivamente realizarem experimentos a distância sob orientação de seus professores, em situação bastante semelhante a que eles teriam estando fisicamente presente em um laboratório. Assim, o foco pedagógico do LabVad é na atividade didática em si em que os métodos, procedimentos e análises experimentais ganham tanta importância quanto os resultados experimentais.

Dessa maneira espera-se que o LabVad venha contribuir diretamente para tornar o ensino de ciências mais experimental e, indiretamente, para popularizar a cultura científica em todo o Estado. Especificamente, espera-se que sejam alcançados os seguintes objetivos: a) Difundir o corpo de conhecimento da ciência e a metodologia de investigação científica entre os alunos sob orientação de seus professores, através da realização de atividades experimentais a distância; e b) Melhorar a compreensão da ciência por parte do público em geral aproximando-o de especialistas, alunos e professores.

A equipe proponente se diferencia pelo seu caráter multidisciplinar. Sua organização contempla professores e alunos das áreas de Física e de Computação diretamente ligados a universidade, além de alunos e professores com atuação no ensino médio da rede pública do estado do Rio de Janeiro.

Essa equipe multidisciplinar se justifica devido ao caráter multiplicador projetado para o LabVad que prevê, além da sua instalação física na Universidade Federal do Rio de Janeiro, a atuação das escolas não só como participantes mas também como multiplicadores do projeto, a medida em que elas podem atuar como escolas clientes ou como escolas provedoras de novos experimentos.

Cada Experimento oferecido pelo LabVad será disponibilizado em uma bancada-vitrine construída em um material transparente, como vidro ou acrílico, e instalados em locais de grande movimentação de público, de forma a permitir a interação das pessoas próximas às bancadas-vitrine com o experimento, através do uso de WebCam. Essa interação pode se dar pela simples observação ou pela ação direta da pessoa próxima à bancada-vitrine com a pessoa acessando o experimento remotamente.

Este conceito de bancada-vitrine instância no projeto o verdadeiro sentido da educação a distância com o auxílio das TIC, como sendo aquela que não apenas contribui com a oferta de cursos “on line”, mas, sobretudo, contribui para aproximar pessoas com interesses semelhantes e para democratizar o conhecimento. Como exemplo, imagine a situação de uma bancada-vitrine instalada em um corredor de uma universidade. Um professor que esteja passando pode discutir, sugerir, ou propor idéias para o usuário que realiza o experimento remotamente. Ou ainda, considere a bancada-vitrine instalada em locais com grande fluxo de pessoas, como Universidades, metrô,

organizações bancárias, repartições públicas, museus de ciência, etc., e transeuntes não apressados observando um experimento e eventualmente perguntando ao usuário remoto: “o que é que você está fazendo?”.

### **3. A Montagem Experimental**

Em sua fase inicial, a montagem experimental do LabVad segue uma abordagem exploratória, com a escolha de alguns experimentos pilotos de fácil instrumentação e que possam ser construídos e adaptados a partir do acervo já existente na universidade, evitando uma tomada de decisão precoce sobre a aquisição de tecnologias TIC e de equipamentos experimentais complexos e de alto custo.

Há quase duas décadas, o IF/UFRJ tem um laboratório de apoio didático (LADIF) com um significativo acervo de equipamentos para montagem de experimentos e de materiais multimídias. O LADIF vem sendo utilizado, tanto pelos graduandos dos cursos básicos de ciência e tecnologia oferecidos pela UFRJ quanto por alunos da rede municipal e estadual de ensino do Estado do Rio de Janeiro para complementar o ensino formal, por meio de visitas agendadas.

Além de pensar no re-uso de soluções domésticas, decidiu-se começar pela área de mecânica, não só por ser esse o conteúdo abordado nas séries iniciais, mas também pela própria natureza da área permitir experimentos que produzem movimento, portanto mais adequada a uma proposta que tem a criação de bancadas-vitrine como um dos seus objetivos principais.

Os experimentos foram pensados e selecionados de forma a possibilitar ao professor ou usuário trabalhar dois ou mais conceitos com um único equipamento. Assim por exemplo, o uso de equipamentos com múltiplos propósitos, como é o caso de um trilho de ar, permite desenvolver atividades experimentais envolvendo os conceitos de cinemática, análise de gráficos, leis de Newton, energia, quantidade de movimento e impulso. Além da escolha do trilho de ar, optou-se por construir também um braço giratório que facilmente permite fazer repetidas vezes um experimento de queda livre e assim explorar diversos conceitos de cinemática e de dinâmica.

Outra decisão importante para essa fase exploratória foi automatizar os experimentos com o uso de botões liga-desliga de acesso remoto, evitando o uso de robôs e de braços mecânicos que seriam acionados remotamente pelos usuários e que, em uma fase inicial, estariam muito sujeitos a falhas de manipulação pelos usuários, acarretando intervenções freqüentes da equipe do projeto.

Com base nessas poucas decisões tomadas como princípios norteadores para a fase exploratória do LabVad, está sendo desenvolvido um protótipo 1.0 para os dois equipamentos escolhidos (trilho de ar e braço giratório) e para a bancada-vitrine a base de varetas, arames e folhas prensadas. Na figura 1 (a) e (b) podem ser observados croquis da bancada-virtual, enquanto que na figura 1 (c) um protótipo de baixa fidelidade do braço giratório.

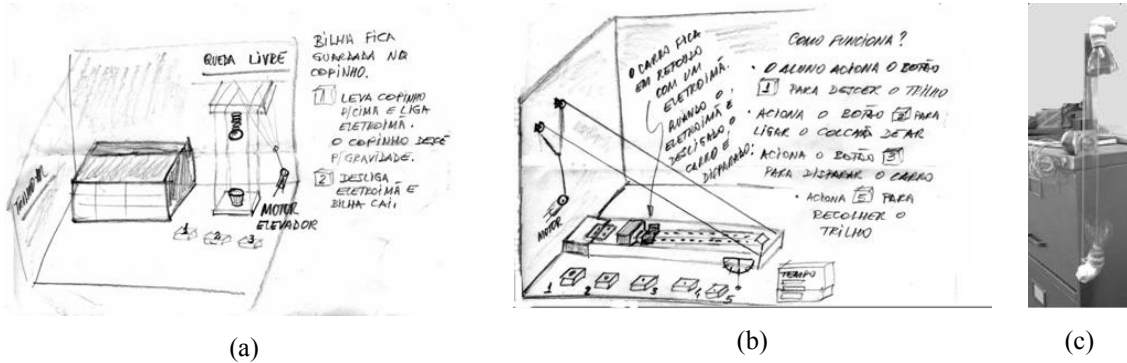


Figura 1. (a) e (b) Croquis das montagens experimentais da queda livre e do trilho de ar; (c) braço giratório.

A automação do processo Liga-desliga por meio de botões e de registro do movimento do corpo em estudo (carrinho do trilho de ar ou esfera metálica em queda) segue esses mesmos princípios norteadores. Na versão LabVad 1.0 esta automação está sendo feita por meio de: (i) ‘photogates’ a base de emissores/receptores infra-vermelho; (ii) circuito micro-controlador desenvolvido pela equipe; (iii) porta paralela do PC como interface experimento-computador; e (iv) script em VB 6.0 para controlar (liga/desliga) e para representar os dados obtidos em forma de tabelas e de gráficos. A figura 2 ilustra este processo de automação sendo executado.

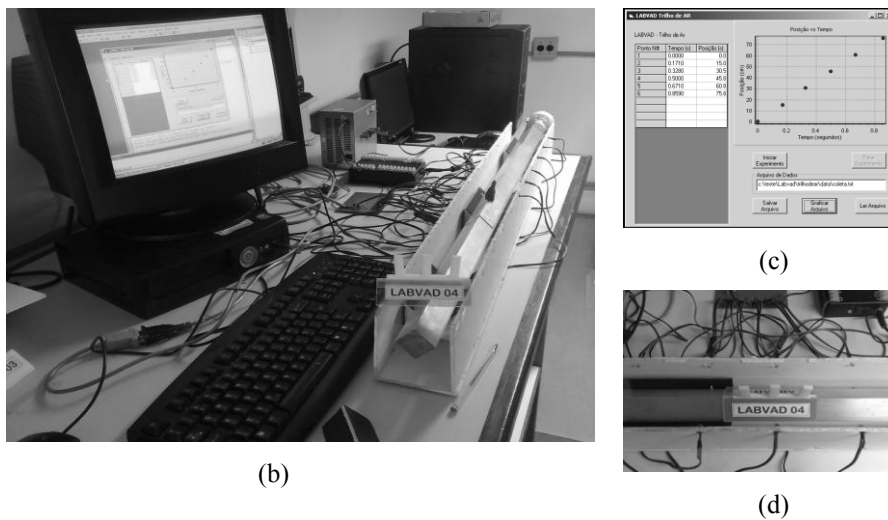
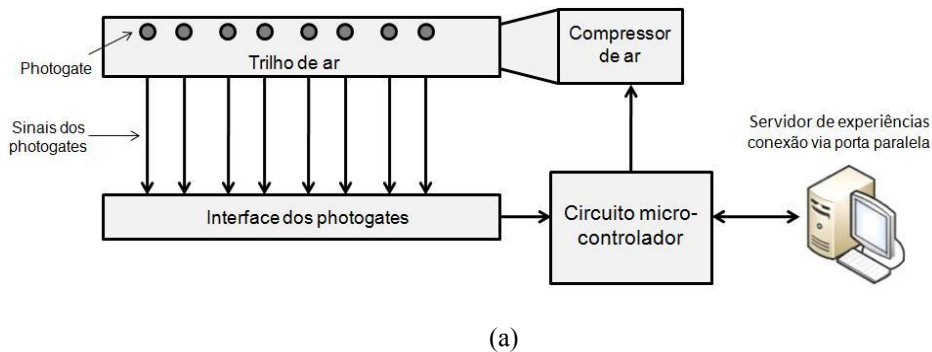


Figura 2. (a) Diagrama esquemático do sistema do trilho de ar, (b) Experimento trilho de ar, (c) Controlador VB, (d) Detalhe trilho de ar com photogates e carrinho no trilho.

#### **4. O Material Didático do LabVad**

Devido ao seu caráter inovador, a proposta pedagógica associada ao LabVad deve ser igualmente inovadora, além de voltada para as especificidades associadas ao projeto.

Críticas recentes dos modelos tradicionais de mudança conceitual focalizam a importância de elementos de natureza motivacional e salientam a grande dependência entre a estabilidade da aprendizagem dos estudantes e a continuidade no esforço para alcançá-la. Em particular a relação professor-estudante é considerada como fortemente capaz de influenciar o nível de envolvimento dos estudantes nas tarefas escolares e sua vontade de persistir nelas. Como consequência também a reflexão sobre a natureza da competência do professor têm evoluído.

Em tempos de um mundo globalizado sob influência de uma ação aceleradora e transformadora das TIC, o papel do professor aumenta de importância e muda de qualidade, pois os alunos já chegam a sala de aula com informações obtidas das mais diversas fontes, que desafiam a autoridade do professor e do seu livro-texto, até então fontes praticamente exclusivas de acesso a novas informações. Além disso, a volatilidade do conhecimento nos dias de hoje faz com que, mais do que nunca, o professor esteja no centro do processo educacional, como autor do projeto pedagógico e dos materiais didáticos de sua sala de aula (Elia, 2008).

Neste sentido, a produção do material didático do LabVad será integralmente de autoria coletiva dos professores envolvidos, mesmo que a heterogeneidade atual de suas capacidades, competências e habilidades docentes possam ser um complicador na realização dessa proposta. Acreditamos que, em não proceder assim, seria um desperdício histórico de oportunidade para promover mudanças necessárias no sistema educacional.

A produção coletiva está sendo planejada em três níveis de atuação, sendo o primeiro formado por uma equipe de pesquisadores do LabVad e pelos professores envolvidos com o objetivo de semear idéias, acompanhar a multiplicação e, eventualmente, sugerir correções de rumo, o segundo formado por um grupo de professores (professor-professor) engendrando projetos didáticos em conjunto, e o terceiro formado por uma turma (professor-alunos) envolvidos em um processo de ensino-aprendizagem construtivista.

A inserção do material didático na arquitetura da plataforma web do LabVad, se dará nas máquinas servidores e nas máquinas clientes das escolas. Essa inserção pode ser observada na figura 3 com destaque em vermelho.

O grupo professor-professor deverá atuar como um grupo operativo, nos termos propostos por Pichon-Rivière [1982], tendo como tarefa a construção de uma “contextualização sócio-cognitiva da experiência” e um roteiro experimental que dê consequência a esta construção. Para tanto, está sendo organizado um espaço de interlocução, reflexão e de discussão na Web através de um fórum virtual de discussão temático.

A “contextualização sócio-cognitiva da experiência” consiste em identificar as competências que prioritariamente deveriam ser potencializadas nos alunos-alvo, considerando: (i) a natureza do experimento em tela; (ii) o perfil cognitivo

(conhecimento prévio, estratégias cognitivas) dos alunos; e (iii) as demandas do ambiente e do cotidiano (naturais geográficas e sociais) em que seus alunos vivem; e em seguida propor uma estrutura didática para o roteiro experimental que de fato mobilize essas competências.

Tendo concluído esse planejamento, cada professor, individualmente ou ainda em grupo com seus colegas, passaria para outra tarefa: como instanciar este roteiro para seus próprios alunos? Esta tarefa seria realizada no nível da turma professor-aluno(s) e demandaria do professor fazer algumas escolhas: o referencial teórico de aprendizagem de sua preferência (Piaget, Ausubel, Vygotsky, Bandura, Keller, dentre outros), a estratégia de ensino-aprendizagem a ser adotada com seus alunos, organização dos alunos em grupos para formar a melhores bancadas experimentais, definição do processo de avaliação formativa e somativa.

É esperado que esses roteiros experimentais sejam assemelhados e, bem como, os experimentos que venham ser realizados de acordo com essas orientações, pois boa parte da concepção e operacionalização das atividades experimentais é realizada de forma cooperativa pelo grupo professor-professor. Por conseqüência, é esperado também que os roteiros experimentais venham constituir um repositório de objetos de aprendizagem, para re-uso por outros professores, da seguinte forma:

- i. Consulta a um banco de experiências que serão disponibilizadas pelo LabVad;
- ii. Consulta a um banco de simulação que aborde os conceitos propostos; essa simulação pode ser uma experiência filmada e disponibilizada do LabVad;
- iii. Consulta de dados de experiências realizadas no LabVad.

#### **Quadro 1. Ficha Técnica para uma Atividade Experimental LabVad**

1. Título
2. Objetivo
3. Contextualização sócio-cognitiva: Identificação das competências que prioritariamente deveriam ser potencializadas nos alunos-alvo, considerando: (i) a natureza do experimento em tela; (ii) o perfil cognitivo (conhecimento prévio, estratégias cognitivas) dos alunos; e (iii) as demandas do ambiente e do cotidiano (naturais geográficas e sociais) em que seus alunos vivem.
4. Tipo: exercício (bem estruturada); tarefa (semi-estruturada); projeto (pouco estruturada).
5. Fundamentação teórica: Sucinta, com links para documentos relacionados e para um glossário de termos que, de início, vai ficar na própria Ficha Técnica que apresenta a atividade, mas no futuro (próximo) o glossário irá para um banco de dados para facilitar o seu re-uso.
6. Procedimento experimental: Descrição dos métodos para obtenção e análise dos dados experimentais.
7. Avaliação: Apresentação dos instrumentos e métodos de avaliação formativa e somativa da aprendizagem.

Faz parte também da proposta didática do LabVad iniciar o processo de formação dos professores segundo o modelo acima descrito e fazer com que cada grupo

professor-professor seja uma semente multiplicadora de outros grupos de professores e de novos experimentos acessíveis remotamente por novos usuários clientes, transformando-se eles próprios em provedores do projeto.

Nesta perspectiva, a equipe do projeto LabVad representa uma equipe genética que deverá mostrar o caminho para as próximas equipes multiplicadoras sugerindo, não só conteúdo de qualidade, inovações, mas também dando bons exemplos, ou seja: “saber, saber fazer e saber ser”. Um exemplo dessa orientação é a construção pela equipe (pesquisadores-professores) de Fichas Técnicas de roteiros experimentais baseados em diferentes referenciais teóricos de aprendizagem para servirem de objetos de aprendizagem para os professores, conforme mostrado no quadro 1. Instâncias dessas Fichas Técnicas estão disponíveis na página do projeto (<http://labvad1.if.ufrj.br:5800>).

## 5. Opções Tecnológicas

O crescimento do uso das redes de comunicação tem permitido uma rápida e segura troca de informações. A comunicação de dados tornou-se uma parte fundamental da computação, permitindo que as pessoas compartilhem experiências e disseminem informações em todas as áreas do conhecimento. Além disso, os novos microprocessadores e as novas técnicas de software têm tornado a virtualização da instrumentação uma forma aperfeiçoada de controle.

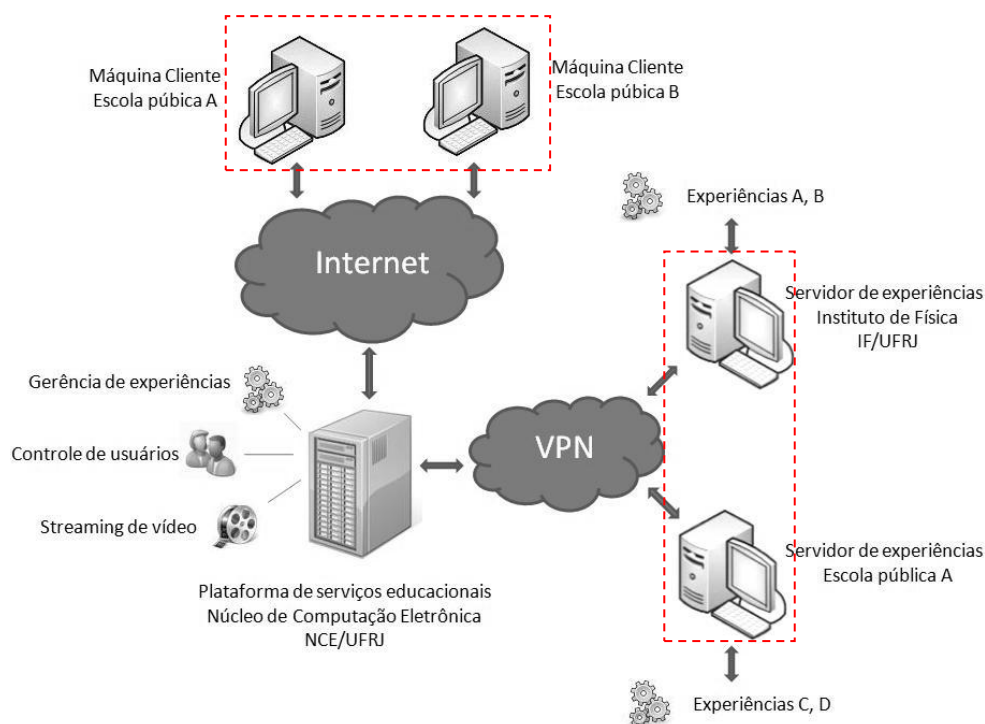
Aliado à forma rápida e segura de troca de informação, os novos microprocessadores e as novas técnicas de software têm tornado a virtualização da instrumentação uma forma aperfeiçoada de controle.

Conforme descrito na seção 3, a equipe do LabVad vem desenvolvendo toda a plataforma referente à aquisição dos dados e ao controle remoto dos processos. Esta plataforma é base dos Servidores de Experimentos via Internet do projeto (Figura 3). No momento só existe um servidor de experimentos em funcionamento, localizado no Instituto de Física da UFRJ.

O acesso aos experimentos requer uma interface IHM entre os usuários e o servidor de experimentos, a qual se constitui em uma aplicação Web da 2.0, ora em desenvolvimento, que será disponibilizada em um servidor de serviços Web localizado no Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ (Figura 3). Adota-se a estratégia de desenvolvimento MVC (Modelo, Visualização e Controle).

Para a visualização (V) dos mecanismos de acesso e de processamento remoto, envolvidos nos experimentos propostos, está sendo feito um estudo sobre a viabilidade de ser utilizado o “Remote Control Panel”, um componente do software de instrumentação virtual LABVIEW da National Instruments [Shenkeshi et al. 2008], que possibilita o acesso e controle de um instrumento virtual remotamente via internet, através de um navegador (browser). Esta solução será viável para o projeto caso seja possível a inserção do “Remote Control Panel” dentro do ambiente virtual de aprendizagem proposto na pesquisa.





**Figura 3. Plataforma LabVad Web – Arquitetura**

O modelo (M) e o controle (C) de todo o fluxo de informações serão feitos pelo ambiente virtual sob a forma de uma plataforma de serviços Web (plataforma de serviços educacionais). Esta plataforma será responsável por vários serviços, dentre eles: controle de usuários que utilizam o sistema, gerência de experiências (verificação das experiências disponíveis e em quais localidades) e streaming de vídeo com as imagens obtidas pelas câmeras instaladas nos diversos experimentos. Os requisitos e os casos de uso para especificação deste ambiente ainda estão sendo levantados. A linguagem de programação Python será utilizada para desenvolvimento do ambiente. A figura 3 mostra a arquitetura proposta para a plataforma Web.

## 6. Considerações Finais

O projeto do LabVad está em franco desenvolvimento há cerca de um ano por meio de uma equipe permanente formada por dois doutores, um mestre e dois mestrandos, cujos temas da pesquisa de dissertação estão relacionados ao projeto. Há também a participação de alunos, tanto da universidade quanto da escola piloto, como estudantes de iniciação científica. E teve seu mérito reconhecido pela FAPERJ<sup>1</sup>.

As suas quatro frentes de trabalho: experimentos, interfaceamento (hardware e software), projeto didático e bancada vitrine; já apresentam seus efeitos, sendo que um protótipo da versão LabVad 1.0 estará disponível para acesso remoto na ocasião da realização do WIE no site do projeto <http://labvad1.if.ufrj.br:5800>, como também o material didático produzido.

<sup>1</sup> FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro.

Fazem toda a diferença no projeto LabVad o seu potencial multiplicador de fazer parceiros nas escolas e o de difundir uma cultura do trabalho experimental em um país que coloca o discurso da autoridade na frente da autoridade do discurso.

## 7. Referencias

- BALBONI, M. (2008), Pesquisa sobre o uso das tecnologias da informação e da comunicação no Brasil 2007. Cetic.br, 2ª edição, São Paulo.
- BORGES, A. P. (2002), Instrumentação Virtual Aplicada a um Laboratório com Acesso Pela Internet, Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica – USP.
- ELIA, M. F. (2008). O papel do professor diante das inovações tecnológicas. XXVIII CSBC - XIV Workshop de Informática na Escola (WIE).
- 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.
- GATTI, B. A. (2000), Formação de professores e carreira: problemas e movimentos de renovação, Autores Associados, 2ª edição.
- Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), Mapa da Inclusão Digital - <http://inclusao.ibict.br/mid/mid.php> , acessado em 24/03/2009.
- 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 Bibliografia: f. 87-91
- MASSABNI, V. G. (2007). O construtivismo na prática de professores de ciências: realidade ou utopia?. Ciências & Cognição; Ano 04, Vol 10, pp. 104-114.
- PICHON - RIVIÈRE, E. (1982), O processo grupal. 3ª ed. São Paulo (SP): Martins Fontes.
- ROHRIG, C.; JOCHEIM, A. (1999), The Virtual Lab for Controlling Real Experiments via Internet, IEEE.
- SHENKESHI, N.; FORTENBERRY, M.; KAWACHI, Y.; YAPURA, C. (2008), Remote Panels in LabVIEW -- Distributed Application Development. LabVIEW Technical Resource.
- VANIER, F. (2008), World Broadband Statistics: Q1 2008, Point Topic, London.