

# WEBLAB – UM AMBIENTE DE LABORATÓRIOS DE ACESSO REMOTO EDUCACIONAL

Fretz Sievers Junior<sup>1,3 e 4</sup> Jose Silvério Edmundo Germano<sup>2</sup>, José M. Parente de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Eng. Elet. e Computação Pç Marechal Eduardo Gomes, n 50, Campus do CTA, 12228-900, São José dos Campos – SP - Brasil

<sup>2</sup>ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Departamento de Física – IEFF, Pç Marechal Eduardo Gomes, n 50, Campus do CTA, 12228-900, São José dos Campos – SP - Brasil

<sup>3</sup>FATEC Mogi das Cruzes, Departamento de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Rua Carlos Barattino, 01 - Vila Nova Mogilar, 08773.600- Mogi das Cruzes/SP – Brasil

<sup>4</sup>FATEC Mauá, Departamento de Informática e Negócios, Av. Antônia Rosa Fioravanti, 630 - Vila Ana Maria, 09390-120, Mauá/SP – Brasil

fretz@uol.com.br, {silverio,parente}@ita.br

**Abstract:** *This research presents a lab environment for remote access, called WebLab, whose main objective is to enable the execution and real-time control of experiments, using the medium of internet. This environment, which has been tested and validated in applications related to the teaching of physics, can be used with necessary adaptations, in any area of knowledge. From the viewpoint of computer engineering, formal verification of the environment of the WebLab was performed using an approach of Colored Petri Nets. The formal specification and verification environment based on these networks, allowed to note that the planned features of the pedagogical model are made, even before its implementation.*

**Resumo.** *Este trabalho apresenta um ambiente de laboratório de acesso remoto, denominado WebLab, cujo objetivo principal é possibilitar a realização e controle em tempo real de experimentos, usando como meio a internet. Esse ambiente, que foi testado e validado em aplicações ligadas ao ensino de física, pode ser utilizado com as devidas adaptações, em qualquer área do conhecimento. Do ponto de vista da Engenharia da Computação, a verificação formal da arquitetura do WebLab foi realizada usando uma abordagem de redes de Petri Colorida. As especificações e verificações formais do ambiente baseadas nessas redes, permitiram constatar que as funcionalidades planejadas do modelo pedagógico são realizadas, antes mesmo de sua implementação.*

**Palavras Chaves:** *Laboratórios de Acesso Remoto, Educação a Distância e Simulação*

## 1. Introdução

A abordagem vislumbrada nesta pesquisa, está baseada na utilização de laboratório de acesso remoto (WebLab) com adoção de agentes pedagógicos para auxiliar o processo de aprendizagem.

Esses laboratórios poderiam ser utilizados como ferramentas auxiliares no ensino de física, principalmente nas Escolas Públicas de todo o País. O ensino de Física no Brasil enfrenta várias dificuldades de aprendizagem e pouco interesse por boa parte dos alunos, como revelam os dados citados anteriormente. Fazendo um paralelo entre a sociedade da informação e o ambiente de ensino tradicional, de um lado encontra-se a evolução rápida dos computadores e das telecomunicações afetando todos os níveis da sociedade, da vida profissional à vida privada. Do outro, esta a escola onde o professor apresenta aulas em quadro negro e giz, que pouco estimula a criatividade e o envolvimento dos aprendizes. Para a maior parte dos alunos, a física não passa de

um conjunto de códigos e fórmulas matemáticas a serem memorizadas e de estudos de situação que, na maioria das vezes, estão totalmente alheias nas suas experiências cotidianas. Em geral, estes alunos não fazem uma conexão entre a física aprendida e o mundo ao seu redor. Entre as causas desse reconhecido fracasso no aprendizado de física está à falta de uma metodologia moderna, tanto do ponto de vista pedagógico quanto tecnológico (FIOLHAIS, 2003).

As próximas seções deste capítulo apresentam a seguinte organização: a Seção 2, descreve a Contextualização; a Seção 3, a Descrição do Problema; a Seção 4, o Objetivo; a Seção 5. Principais Contribuições; a Seção 6, O modelo WebLab; a Seção

## 2. Contextualização

Alguns autores, ligados à área de pesquisa em ensino de ciências, já mostraram que a realização de experiências práticas em laboratórios presenciais de ensino representa um fator importante no ciclo de aprendizagem dos alunos. Conforme demonstram esses estudos, um ensino experimental inapropriado pode provocar desmotivações com claro efeito negativo no rendimento e aproveitamento dos alunos (CMUK, 2008), (FINK, 2003) e (CORTER, 2004).

Porém, construir laboratórios experimentais presenciais em todas as escolas do Brasil é um sonho que dificilmente irá se concretizar um dia, pois esses laboratórios normalmente exigem investimentos relativamente altos com a compra de equipamentos, custos de manutenção e pessoal especializado no assunto. Como uma alternativa viável de contornar esse problema, a implantação de laboratórios de acesso remoto junto com laboratórios de simulações virtuais podem propiciar uma concreta alternativa para esse problema.

Existem diferenças entre os laboratórios de simulações virtuais e os laboratórios de acesso remoto. Os laboratórios de simulações virtuais utilizam programas para simular instrumentos ou experiências laboratoriais de física, química, matemática, etc. Algumas dessas simulações podem ser desenvolvidos nas linguagens: Flash, Java, LabView, Simulink e outras. Nesse caso o aluno pode baixar o arquivo para o seu computador e executá-lo a partir de um determinado player, ou, em alguns casos, executar essa simulação na própria internet através do seu navegador. Por outro lado, os laboratórios de acesso remoto se baseiam em equipamentos e instrumentos de um laboratório real (FERRERO, 2003) e (LOPES, 2007). Nestes, o aluno manipula e controla, à distância, os equipamentos através de um software de controle.

Os laboratórios de simulações virtuais são muito utilizados para apoiar o entendimento dos conceitos básicos, pois os modelos construídos nesses laboratórios são normalmente uma aproximação da realidade, sendo sempre executadas do mesmo modo e gerando sempre os mesmos resultados. Uma outra aplicação interessante dessas simulações é que antes do aluno ir para o laboratório experimental real, o mesmo pode testar e realizar todas as possibilidades no laboratório virtual, evitando assim, possíveis inconvenientes que possam ocorrer da má utilização dos equipamentos reais. Outra área que está em franca expansão na utilização dessas simulações é a educação a distância. Como esses cursos são feitos via internet, as simulações podem tornar mais viva e enriquecedora o processo de aprendizagem, quando comparados com conteúdos físicos (livros, fitas, dentre outros).

Apesar de facilitarem o aprendizado dos conceitos, por meio de simulações, os laboratórios de simulações virtuais representam ainda um substituto incompleto para os trabalhos em laboratórios presenciais (NICKERSON, 2006), (ANDRIA, 2007), (CMUK, 2009) e (HAHN, 2000).

Os laboratórios de acesso remoto são compostos de hardware e software, permitindo assim que várias instituições de ensino ou mesmo de pesquisa, possam compartilhar esses recursos de maneira mais barata e otimizada. Para acessar um laboratório de acesso remoto, os alunos precisam apenas de acesso à Internet. Desta forma, equipamentos caros ou raros podem ser compartilhados facilmente. Devido à possibilidade de compartilhar os experimentos, o custo das experiências remotas por aluno reduz significativamente. Além do mais, o laboratório encontra-se disponível 24 horas por dia, tendo um melhor aproveitamento do equipamento, pois mais pessoas podem ter acesso ao mesmo equipamento, sem a limitação de horários de um laboratório tradicional (NICKERSON, 2006).

No entanto, embora os laboratórios de acesso remoto possam ser compartilhados por vários estudantes, apenas um de cada vez pode utilizar o equipamento experimental. É aqui que se

encontra o problema de pesquisa considerado, pois quando vários alunos desejam acessar o mesmo experimento, todos os laboratórios de acesso remoto pesquisados (CASINI,2009), (LOWE,2009), (GRAVIER,2009a), (GUSTAVSSON,2008), (LANG,2007), não administram os usuários excedentes através de filas, informando ao usuário que o experimento encontra-se em uso, nem tão pouco tratava o problema de espera, desmotivando assim o aluno.

### **3. Descrição do Problema**

Em decorrência do exposto na delimitação do tema a ser investigado, a área de interesse da pesquisa envolve o gerenciamento dos laboratórios de acesso remoto, para atendimento simultâneo de vários alunos.

O gerenciamento dos laboratórios consiste em tratar o gerenciamento de filas, concorrência entre os alunos por um aparato experimental e escalonamento através da unidade de ensino.

O gerenciamento de filas consiste em colocar os alunos em fila e através do algoritmo FIFO (First in First Out), ou seja o primeiro a chegar é o primeiro a sair. Consiste também em avisar o aluno sobre quanto falta para chegar a sua vez de usar o experimento e oferecer outros laboratórios remotos que se encontram na mesma unidade de ensino que estejam livres ou menos ocupado, ou oferecer uma outra atividade enquanto espera a sua vez na fila para utilizar o experimento.

A concorrência é quando dois alunos ou mais querem utilizar o mesmo experimento e o ambiente pode decidir por um aluno ou oferecer uma atividade colaborativa para todos os alunos.

O escalonamento ocorre em decorrência de uma avaliação diagnóstica que indica em qual unidade de ensino ele se encontra. Sabendo a unidade de ensino do aluno, é possível oferecer laboratórios somente daquela unidade e, dessa forma, o aluno não precisa ficar na fila de espera de um experimento para o qual não tem os pré-requisitos necessários para a sua utilização.

Os laboratórios de acesso remoto propiciam uma melhor interação humano- computador pois vários alunos podem visualizar o experimento de vários ângulos diferentes, contrário do presencial onde somente poucos alunos manipulam o experimento. Todos podem realizar a experiência e com isso tirar suas próprias conclusões através de sua manipulação.

O problema considerado nesta pesquisa consiste em como dotar os laboratórios remotos de uma sistemática apropriada, visando melhorar seu gerenciamento para atender, simultaneamente, muitos alunos utilizando laboratórios de acesso remoto.

### **4. Objetivo**

Com base no problema de pesquisa identificado, o objetivo deste trabalho consiste em propor “um modelo de Laboratório de acesso remoto, utilizando agentes pedagógicos para o gerenciamento de filas, escalonamentos e concorrências entre usuários para sua melhor utilização”. O modelo consiste apenas em posicionar apropriadamente os seguintes recursos:

- Gerenciamento de Filas;
- Organização de atividades individuais específicas, segundo o perfil de cada usuário;
- Especificar e verificar, formalmente, as funcionalidades de uma arquitetura de laboratório de acesso remoto, a fim de representar as interações disponíveis para o aprendiz de forma explícita, visando melhorar a visibilidade e a compreensão das funcionalidades do sistema, antes mesmo da fase de implementação; e
- Modelar uma arquitetura de laboratório de acesso remoto usando Redes de Petri Coloridas, a fim de descrever a sequência de estados alcançáveis durante as atividades de interação do aprendiz com o sistema, maximizando a capacidade do agente pedagógico de identificar os melhores estados do sistema para inferência e adaptação, além de simular o funcionamento do ambiente.

O objetivo do WebLab é promover uma aprendizagem mais significativa e interativa para o estudante através da utilização de laboratórios remotos, atividades de aprendizagem, feedback e avaliação durante o processo de ensino-aprendizagem.

Pode-se observar na Figura 1 a visão de alto nível da arquitetura.

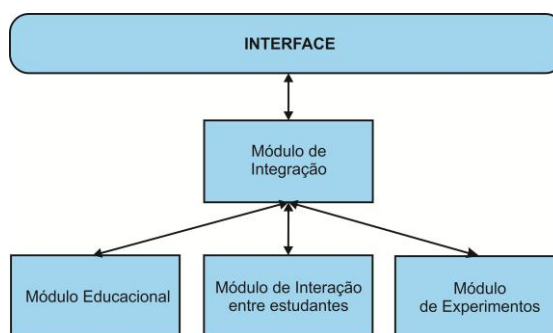


Figura 1. Visão de alto nível do WebLab

Os módulos do WebLab são brevemente descritos a seguir:

**Módulo de Integração:** representa a descrição dos possíveis comportamentos do aprendiz. Os comportamentos são atividades de interação para explorar conteúdos, interação entre os estudantes e o Módulo de Experimentos.

**Módulo Educacional:** utiliza um conjunto de sub-módulos para dar sustentação ao suporte educacional. Este módulo contém os seguintes sub-módulos: escolha da unidade de ensino, apresentação do conteúdo, análise de aprendizagem, gerenciamento de contexto físico, gerenciamento de domínio, diagnóstico do aprendiz.

**Módulo de interação entre estudantes:** oferece ferramentas de comunicação, coordenação e colaboração. Este módulo é baseado na idéia de que para colaborar, um grupo tem que exercer três atividades principais: comunicar-se, coordenar-se e cooperar.

**Módulo de Experimentos:** permite a interação do aluno com os aparatos para experimentos remotos.

## 5. Principais Contribuições

Durante a pesquisa foram obtidos os seguintes resultados:

- Levantamento bibliográfico de alguns ambientes de laboratórios de acesso remoto pelo mundo considerado por especialistas na área e publicado em revista de renome internacional;
- Modelo do Laboratório de acesso remoto utilizando diagramas de caso de uso e redes de Petri colorida;
- Validação formal da arquitetura do ambiente WebLab através de redes de Petri coloridas;
- Desenvolvimento de uma placa de controle e aquisição de dados;
- Aproveitamento do lixo eletrônico para a criação dos experimento de laboratório;
- Criação de 11 experimentos de física de acesso remoto para o ensino médio;
- Desenvolvimento do WebLab – Um ambiente de laboratório de acesso remoto;
- 40 publicações entre congressos nacionais e internacionais;
- Desenvolvimento de um Agente Pedagógico;
- Objetos de aprendizagem para contextualização dos experimentos;
- Contextualização da proposta curricular do ensino de física do Estado de São Paulo;
- Impacto científico referente a um novo ambiente de laboratório de acesso remoto;
- Uma nova abordagem de criação de laboratórios de acesso remoto;

## 6. Modelo WebLab.

Com a finalidade de medir o tempo de espera dos alunos na fila de um experimento, foi criado um modelo da Figura 2. Nesse módulo simula o recebimento de vários alunos para um mesmo experimento. Quando o experimento está ocupado os alunos são colocados em uma fila. O

algoritmo utilizado na fila e o FIFO (*first-in-first-out*). O experimento está desocupado quando não há alunos na fila ou quando o aluno termina o experimento.

Neste módulo vários alunos são representados como Aluno=A..Z, ou seja pode-se ter 24 alunos em uma fila para acessar o experimento, e o campo AT, significa o tempo de utilização do experimento pelo aluno.

A transição Interface, representada por uma CPN – Hierárquica, representa a interface do ambiente que apresenta os experimentos e coloca o aluno em uma fila de espera. O place Filas, representam as filas que os alunos se encontram.

A transição Laboratorios, representam os quatro estados que um laboratório possui tais como estados de Pronto, Execução, Término e Desocupado.

O Place Fim, mostra os alunos que fizeram o Laboratório com seus respectivos tempos. A Figura 2 (a) mostra o módulo sistema no estado inicial e a Figura 2 (b) mostra o término da simulação com os nomes dos alunos e o tempo que ficaram no experimento em unidades de tempo.

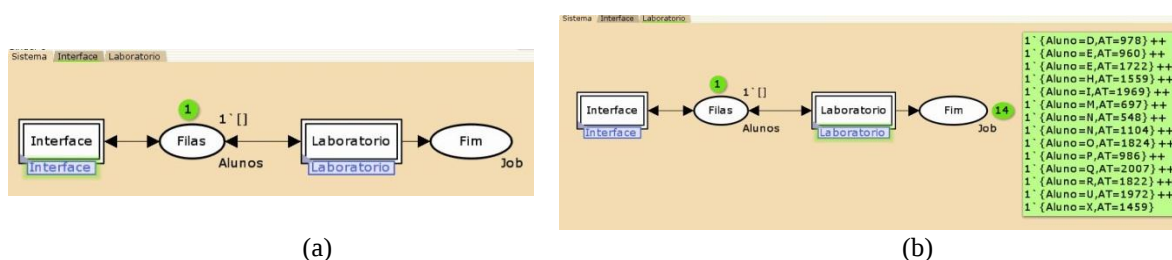


Figura 2. Módulo de Experimentos Filas e Tempo

A rede hierárquica Interface apresentada por uma transição de bordas duplas na Figura 2 é representada na Figura 3.

Esta rede apresenta um place Início que está ligado a uma transição Alunos escolhem Laboratorios, que representa a escolha do aluno que será adicionado uma unidade de tempo através de uma função exponencial  $\expTime(100)$ . Através do Place Tempo de Início o aluno entra em uma fila de espera, o qual está sendo computado o tempo de espera de cada aluno na fila.

Os alunos são colocados em fila através da função  $newJob$  que computa o tempo que o aluno permanece na fila.

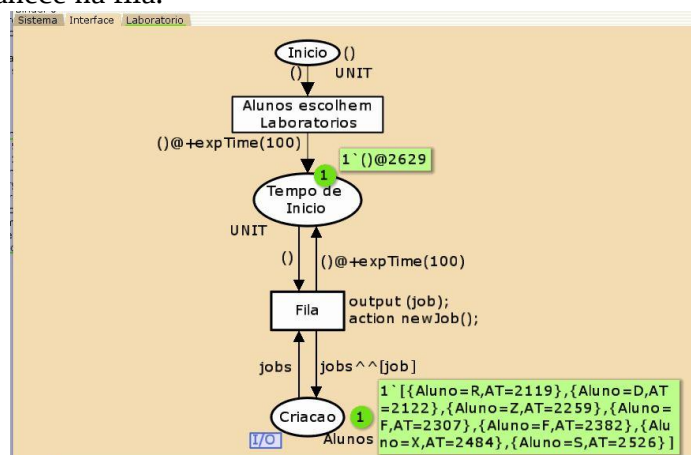


Figura 3. Módulo de Experimentos Filas e Tempo - Interface

A Figura 4 pode-se observar os estados de um Laboratório, ou seja quando o aluno que se encontra no place Criacao vai para o place Pronto que representa o estado do laboratório que o aluno está esperando que o experimento esteja disponível para utilização.

Em seguida o aluno vai para o place Execucão que será medido o tempo de permanência do aluno no experimento. Na transição Termina, o aluno já finalizou o experimento onde podemos ver no place Fim, o nome do aluno e o seu tempo de utilização.

Quando o Laboratório está desocupado ele faz uma marcação de tempo no place Espera que acumula o tempo que o experimento ficou ocioso durante sua utilização.

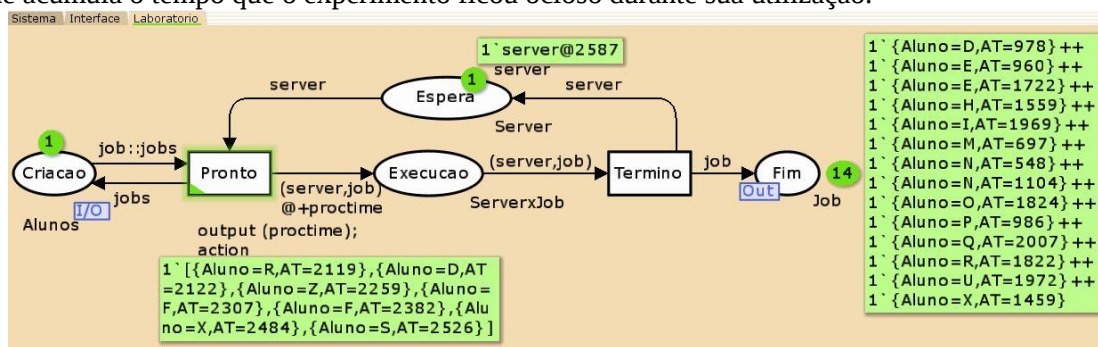


Figura 4. Módulo de Experimentos Filas e Tempo - Laboratórios

Pode-se interpretar os dados da seguinte forma: na Figura 2 (b) no place Fim apresenta-se todos os alunos que terminaram o laboratório com o seu tempo de uso. No caso do Aluno=D o tempo foi de 978 unidades de tempo. Nesta simulação a unidade de tempo é expressa em segundos.

Na Figura 4 no place Criacao, apresenta o tempo em que os alunos se encontram na fila para utilizar o laboratório. No Place Espera, mostra um tempo acumulado de quanto tempo o experimento ficou desocupado.

## 7. Implementação do WebLab

Foram definidos como requisitos técnicos para uma implementação do WebLab os seguintes aspectos:

**Representação do perfil do usuário** - o sistema relaciona cada usuário a um modelo de perfil. A mobilidade do usuário e os diversos contextos por onde ele interage influenciam e alteram seu perfil. Com isto, procura-se identificar os caminhos que melhor se adaptam às suas condições de aprendizagem e a percepção dos elementos que, em uma determinada posição, compõem o contexto de interesse.

**Representação de domínio genérico** - o sistema deve permitir que o usuário aprenda diversos domínios do conhecimento em qualquer tempo. Dessa forma, é desejável que o sistema dê suporte a representação do conhecimento independente de domínio e que este possa ser reutilizável. Para isso, o WebLab representa os conteúdos educacionais na forma de Objetos de Aprendizagem Virtuais (OAV) para a contextualização dos experimentos reais, com a finalidade de aproximá-los do universo de conhecimento do usuário. Com o auxílio do sistema, o usuário tem acesso aos objetos que mais se identificam com seus objetivos. Os OAV devem estar acessíveis de qualquer lugar, disponíveis em vários formatos, considerando a heterogeneidade de dispositivos e redes de comunicação.

**Compartilhamento de laboratórios remotos** - este ambiente deve propiciar o compartilhamento de laboratórios remotos controlados por maquetes eletrônicas através da Internet. Além disso, deve permitir a configuração de parâmetros dos experimentos e colher dados da experiência para confecção de relatórios e gráficos.

**Compartilhamento de equipamentos caros** - com a utilização deste ambiente, equipamentos de custo elevado poderão ser disponibilizados para os usuários.

**Qualificação pessoal para o controle de equipamentos** - com a implementação do modelo WebLab, a mão de obra especializada será necessária somente no ambiente do laboratório, diminuindo custos operacionais e de manutenção nos equipamentos e experimentos.

**Utilização de agentes pedagógicos** - a utilização de um agente pedagógico pode auxiliar o aprendiz em seu processo de ensino-aprendizagem, oferecendo materiais didáticos para suprir suas dúvidas, explicando os experimentos encontrados no ambiente e propiciando a comunicação e

colaboração com outros aprendizes. Dos módulos apresentados na Figura 2, o agente pedagógico apresentado na implementação representa o lugar Módulo Integrador.

**Centralização dos experimentos de laboratório** - pode-se centralizar vários experimentos de laboratório em apenas um local, diminuindo o espaço físico necessário.

**Colaboração entre estudantes** - formação de grupos de estudos propiciando uma colaboração eficaz, sem qualquer necessidade de deslocamento, ou seja, o laboratório vai até o estudante.

A implementação do *WebLab* permite o gerenciamento de filas e a realização de experiências reais através de uma interface de controle remoto. O usuário pode configurar um equipamento e iniciar uma experiência recebendo a resposta dos dados em tempo real. O experimento pode ser acompanhado em tempo real pelo vídeo através de seu sistema de câmeras que transmitem as imagens utilizando a tecnologia “streaming”. A Figura 5 ilustra a projeto físico.

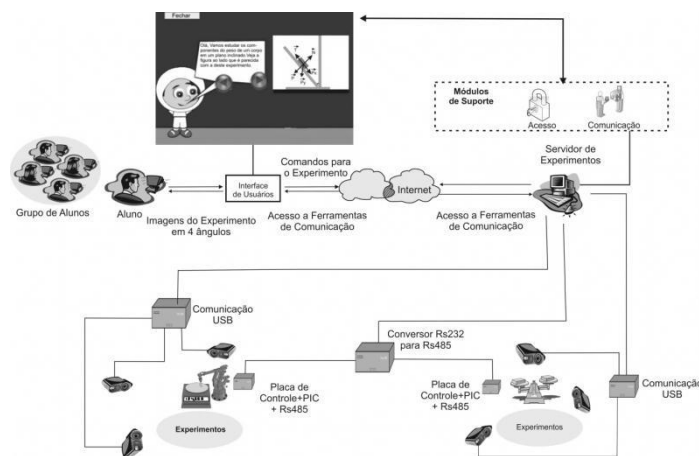


Figura 5. WebLab – Um modelo de Laboratório Remoto

Ao acessar o WebLab, o usuário escolhe a experiência que pretende realizar. Em seguida acessa o painel de configuração da experiência, configurando-a de acordo com seus objetivos. Caso a experiência esteja em uso, o sistema, através do agente pedagógico, escolhe outro experimento da sua unidade que esteja disponível e oferece para o estudante, colocando-o em uma fila de espera para a utilização do experimento selecionado anteriormente. Neste modelo proposto, após iniciar a experiência, podem-se obter os resultados através de um sistema de aquisição de dados, visualizando-os através de gráficos, tabelas e medidores. Pode-se ainda acompanhar a experiência através de uma janela com vídeos.

Para a interação, comunicação, colaboração e o compartilhamento de informações entre as pessoas podem-se utilizar as ferramentas do servidor de experimento que contém: listas de discussão, FAQ, bate-papo e serviços de teleconferência.

Antes de iniciar o experimento, o agente pedagógico pergunta para o usuário se deseja passar por um exame diagnóstico para saber qual unidade de ensino que melhor se adequa ao seu perfil.

Ao escolher a experiência que deseja acessar, o aluno passa por uma explicação sobre o experimento proposto. Caso a resposta seja afirmativa, apresenta-se um objeto de aprendizagem virtual, que tem por finalidade ilustrar as informações teóricas sobre o experimento, devidamente contextualizando para que tenha maior significado para o aluno.

## 8. Aplicações

Foi apresentado um protótipo do modelo para os alunos do Ensino Médio da escola Olímpio Catão, em São José dos Campos, para complementar as aulas de Física. Os

alunos tiveram acesso a alguns experimentos remotos, a saber: Acesse a Teoria, Veja a Simulação e Escolha o Laboratório (todas essas opções encontram-se dentro do menu Aluno). A Figura 6 ilustra a interface do experimento correspondente à opção Escolha o Laboratório (SIEVERS,2007).

O experimento com o WebLab aconteceu no laboratório de informática da escola Olímpio Catão, que possui 20 máquinas com acesso à Internet e conexão de banda larga. Todos os alunos acessaram ao mesmo tempo o link acesse a teoria com auxílio do agente pedagógico. Em seguida o agente pedagógico ofereceu aos alunos o link Veja a Simulação, para ilustrar o laboratório, e finalmente a interface Escolha o Laboratório, para escolher o experimento.

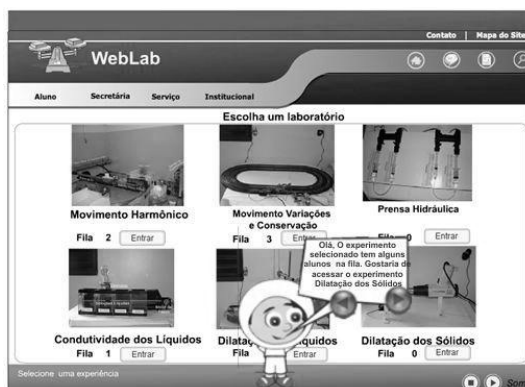


Figura 6. Interface dos Experimentos e agente pedagógico

O experimento real pode ser acessado por um aluno de cada vez. O sistema WebLab colocou os demais em uma fila de espera e propôs novas atividades até que o experimento fosse disponibilizado para o próximo da fila. Como se pode observar na Figura 7, ocorreram filas para acessar os experimentos e nesse caso o agente pedagógico pode sugerir experimentos que estavam sem fila ou com uma fila de espera menor. Por exemplo, quando o usuário selecionou o experimento Dilatação dos Líquidos, que continha fila de espera, o agente pedagógico sugeriu o experimento dilatação dos Sólidos, já que não continha fila, e que se encontra na mesma unidade de ensino referente à dilatação.

No caso em tela, pode-se observar que os dois laboratórios se encontram na mesma interface, porém poderia acontecer do experimento que não tenha filas não se encontrar na interface do usuário e, neste caso, o agente pedagógico poderia propor o experimento.

Depois de selecionar o experimento, o aluno teve acesso à interface de controle do experimento Dilatação dos Sólidos, como mostra a Figura 7.



### Figura 7. Dilatação dos Sólidos

Neste experimento, o aluno teve o controle da temperatura que desejava para aquecer a bolinha, até que ela fosse dilatada. Também pode observar se a bolinha passava no anel de *gravezan*. O aluno controla o aquecimento da bolinha (acionando um soprador de ar quente) e também aciona o dispositivo mecânico para descer a bolinha no anel. Caso a bolinha não passasse no anel, o aluno poderia observar a dilatação do sólido. Em seguida, o próprio aluno, ou o sistema, poderia ter ligado o dispositivo de resfriamento que se encontra abaixo do anel.

Quando todos os laboratórios estavam ocupados, verificando a unidade de ensino do aluno, o agente pedagógico apresentava um objeto de aprendizagem virtual.

O aluno é levado ao lugar Coordenação, onde poderá escolher uma outra atividade. A princípio, o agente pedagógico sugere uma atividade. Caso o aluno responda não, ele apresenta uma lista de atividades para sua escolha. Caso o aluno aceite o convite feito pelo agente, é apresentado o objeto de aprendizagem virtual escolhido conforme mostra a Figura 9. Quando chegar a sua vez na fila de espera para utilizar o laboratório, o agente pedagógico avisa o aluno.

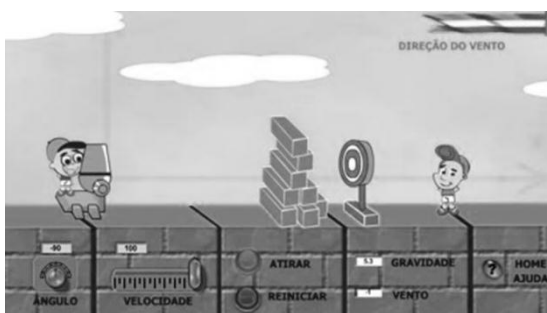


Figura 9. Jogo proposto pelo agente pedagógico

## 9. Conclusões.

Existem muitos laboratórios remotos, , porém o gerenciamento de filas, o escalonamento e a concorrência entre esses laboratórios era um problema de pesquisa a ser resolvido. Acredita-se que a arquitetura proposta, resolva esse problema, aproveitando melhor o tempo dos estudantes e estimulando seus estudos.

O ensino através da prática em laboratório desperta o interesse do aluno em querer conhecer os conceitos e fórmulas que regem os fenômenos físicos, tornando o ensino muito mais prazeroso. O WebLab e os aparatos experimentais, propiciam acesso aos experimentos por alunos e professores, sem a preocupação com os materiais para montagem dos laboratórios. Essa é uma forma de suprir as necessidades de ensino prático em escolas públicas que não possuem este recurso.

O uso de CPN para modelagem da arquitetura do WebLab propiciou formalização dos fluxos de processos dentro do ambiente de aprendizagem. Propiciou a identificação das filas dos laboratórios remotos, bem como a identificação dos estados passíveis de atualização e consulta do Modelo do Aprendiz.

## 10. Referências

- ANDRIA, G. et al., "Remote Didactic Laboratory 'G. Savastano,'Italian Experience for e-Learning," IEEE Trans. Instrumentation and Measurement, vol. 56, no. 4, pp. 1135-1147, Aug. 2007.
- CASINI M.; PRATTICHIZZO D.; VICINO A. Automatic Control Telelab: a web-based technology for distance learning. IEEE Control Systems Magazine, New York, V. 24, p. 36 - 44, Jun. 2009.

CMUK, Drago et al., “A Novel Approach to Remote Teaching Multilanguage Magnetic Measurement Experiment,” IEEE Trans. Instrumentation and Measurement, vol. 57, no. 4, pp. 724-730, Apr. 2008.

CORTER, J.E. et al., “Remote versus Hands-On Labs: A Comparative Study,” Proc. Frontiers in Education Conf., vol. 2, pp. 17-21, 2004.

FERRERO, A. S. Salicone, C. Bonora, and M. Parmigiani, “ReMLab: A Java-Based Remote, Didactic Measurement Laboratory,” IEEE Trans. Instrumentation and Measurement, vol. 52, no. 3, pp. 710-715, June 2003

FINK, L.D. Creating Significant Learning Experiences: An Integrated Approach to Designing College Courses. Jossey-Bass, 2003

FIOLHAIS e J. Trindade, Revista Brasileira de Ensino de Física, 25, pág 259, 2003

GRAVIER, C. J. Fayolle, B. Bayard, M. Ates, and J. Lardon, “State of the Art About Remote Laboratories Paradigms—Foundations of Ongoing Mutations DIOM Laboratory,” iJOE, vol. 4, no. 1, pp. 18- 25, Feb. 2008

GUSTAVSSON et al., “The VISIR Project—An Open Source Software Initiative for Distributed Online Laboratories,” Proc. Int’l Conf. Remote Eng. and Virtual Instrumentation (REV ’07), June 2007.

HAHN, H.H. and M.W. Spong, “Remote Laboratories for Control Education,” Proc. 39th IEEE Conf. Decision Control (CDC ’00), pp. 895-900, Dec. 2000, doi:10.1109/CDC.2000.912884.

LANG, D, C. Mengelkamp, R.S. Jager, D. Geoffroy, M. Billaud, and T. Zimmer, “Pedagogical Evaluation of Remote Laboratories in eMerge Project,” European J. Eng. Education, vol. 32, no. 1, pp. 57-72, 2007

LOPES, Sara Patrícia de Medeiros Lacerda, Laboratórios de Acesso Remoto em Física, Tese de Mestrado Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2007.

LOWE David Senior Member IEEE, MURRAY Steve, LINDSAY Euan, and LIU Dikai, Member, IEEE , Evolving Remote Laboratory Architectures to Leverage Emerging Internet Technologies, IEEE TRANSACTIONS ON LEARNING TECHNOLOGIES, VOL. 2, NO. 4, pag 284 a 294, OCTOBER-DECEMBER 2009.

NICKERSON, J. Ma and J. Nickerson, “Hands-On, Simulated and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review,” ACM Computing Surveys, vol. 38, no. 3, p. 7, 2006.

SIEVERS JUNIOR, F. ; GERMANO, J. S. E. ; ALMEIDA, F. A. ; CIMATTI JUNIOR, M. . WEBLAB - Um Ambiente Computacional de Aprendizagem Interligada com Experimentos Reais de Física. In: III COMPSULMT - Congresso de Computação do Sul do Mato Grosso, 2007, Rondonópolis.