

# EXPERIMENTOS DE HIDROSTÁTICA DO PROJETO WEBLAB

**Fretz Sievers Junior<sup>1</sup>; José Silvério Edmundo Germano<sup>2</sup>, Felipe de Almeida<sup>3</sup>,  
Milton Cimatti Junior<sup>4</sup>, Davilson Diehl<sup>5</sup>**

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Eng. Elet. e Computação

Pç Marechal Eduardo Gomes, n 50, Campus do CTA

12228-900, São Jose dos Campos, SP

<sup>1</sup>[fretz@uol.com.br](mailto:fretz@uol.com.br)

<sup>2</sup>[silverio@ita.br](mailto:silverio@ita.br)

<sup>3</sup>[felal@uol.com.br](mailto:felal@uol.com.br)

UBC – Universidade de Braz Cubas, Departamento de Engenharia de Controle de Automação

Av. Francisco Rodrigues Filho, n 1233

08773-380, Mogi Das Cruzes – SP

<sup>4</sup>[m.cimatti.jr@uol.com.br](mailto:m.cimatti.jr@uol.com.br)

Network Control, Departamento de Engenharia de Controle de Automação

Rua. Major Pinheiro Froes, 264

08674-240, Suzano – SP

<sup>5</sup>[davilson@ig.com.br](mailto:davilson@ig.com.br)

**Resumo:** *O WEBLAB é um projeto que visa a criação de experimentos de física controlados via internet através de um sistema de aquisição de dados e objetos de aprendizagem para ajudar alunos do ensino médio em seus estudos. Neste trabalho será mostrados o experimentos de mecânicas dos fluídos. Um dos experimentos trata sobre a prensa hidráulica na qual apresentamos para o aluno a lei de Pascal através de uma prensa hidráulica automatizada controlada por motores, a qual o aluno poderá escolher qual a força aplicada na prensa. Estes experimentos foram criados para ajudar os alunos do ensino médio. O artigo mostra como o experimento foi implementado e qual área do conhecimento que engloba.*

**Palavras Chaves:** *Ensino a Distância, Experimentos Reais em Física, Objetos de Aprendizagem, Automação, WebLabs.*

## 1. INTRODUÇÃO

Há um alto percentual de jovens e adultos sem ensino médio de qualidade, uma das causas e a falta de infra-estrutura das escolas públicas, as instituições privadas tem uma infra-estrutura boa, porém os altos preços impede que a maioria dos jovens tenha acesso a um ensino de qualidade com condições ideais para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizado. Neste sentido a EAD poderia ajudar a educação, pois ela é mais democrática que a educação presencial, pois permite que diversos alunos tenham acesso a recursos que podem ser disponibilizados na internet ou por outros meios de comunicação. O aluno não precisa residir em um grande centro para ser educado, pois os recursos estariam disponíveis na rede mundial de computadores.

Este projeto tem como objetivo a criação de laboratórios reais de Física interligados a um sistema de aquisição de dados, controle e um ambiente computacional de ensino a distância, o qual os laboratórios propostos, serão contextualizados através

de laboratórios de aprendizagem virtuais visando ajudar os alunos do ensino médio e fundamental no processo de ensino e aprendizagem, propiciando a obterem as competências e habilidades do Parâmetros Curriculares Nacionais referente as matérias de física.

As próximas seções deste artigo apresentam a seguinte organização: seção 2 é apresentada um resumo do projeto WEBLAB; a seção 3 mostra uma introdução sobre hidrostática a seção 4 mostra a prensa hidráulica automatizada; e finalmente, a seção 5 conclusões deste artigo.

## **2. O PROJETO WEBLAB**

Esse projeto visa à interligação de alguns experimentos de Física, que fazem parte do laboratório de ensino de física utilizado na Divisão Fundamental do ITA. Através de um servidor, os experimentos são conectados, através de uma rede 485, o qual permite que os alunos tendo acesso ao software cliente de controle dos experimentos, escolham um dos experimentos do Weblab, estes experimentos são monitorados através de webcam que envia as imagens para os alunos.

Os experimentos são acessados e compartilhados através da Internet, sendo assim outras instituições do Ensino Médio da Rede Estadual/Municipal de Ensino no Brasil e em países em desenvolvimento, poderão ter acesso a esses experimentos, enriquecendo o conteúdo das aulas, pois possibilitará que um aluno que goste de física, mas que estude em uma escola onde não exista ensino experimental, realizar as mesmas atividades de um aluno de uma escola bem equipada, com professores qualificados e onde exista o ensino experimental, melhorando a curva de aprendizagem dos alunos. Com a implementação deste projeto queremos atingir os seguintes objetivos:

- Redução de custos do ensino Médio e Universitário, pois nesse modelo não seria mais necessário cada escola ter seu laboratório de Física, diminuindo custos de manutenção;
- Capacitação de um número maior de alunos a terem acesso a experimentos de qualidade;
- Capacitar os alunos a agirem autonomamente;
- Mais chances e incentivos para que as pessoas se qualifiquem mais, de tal forma que estejam capacitadas a sobreviverem no mundo do trabalho de hoje;
- Sem limitações de horário. O estudante poderá ter acesso as experiências em qualquer lugar a qualquer hora, durante todos os dias da semana.
- Compartilhamento de experimentos de física atendendo os requisitos do Ensino Médio da instituição que se encontra o experimento (Intranet) e de outras instituições (Internet)
- Aquisição de dados com modelos reais, aferindo os erros dos equipamentos;

Um grande desafio é ampliar o ensino experimental para todas as escolas, turmas, professores e alunos em todos os níveis de ensino. As experiências sem dúvida, ajudam a melhorar o processo ensino aprendizagem no ensino de Física (Silverio, 2006). Porém cumprir esse objetivo exige um grande investimento na qualificação dos professores para o ensino experimental e em novos equipamentos e materiais para a realização e implementação dessa nova metodologia.

O Weblab é um laboratório on-line que permite a realização de experiências reais através de uma interface de controle remoto. O aluno poderá configurar um equipamento e iniciar uma experiência recebendo a resposta dos dados em tempo real. Permitirá o aluno observar os experimentos pelo vídeo através de seu sistema de câmeras que transmitem as imagens utilizando a tecnologia “streaming”. A figura 4 ilustra o projeto

Apesar do aluno não ter um contato direto com o equipamento laboratorial, o aluno poderá configurar remotamente e logo após sua execução receberá os dados aferidos pelo sistema de aquisição de dados. Esses dados incluem o erro experimental. A figura 1 ilustra a estrutura do projeto.

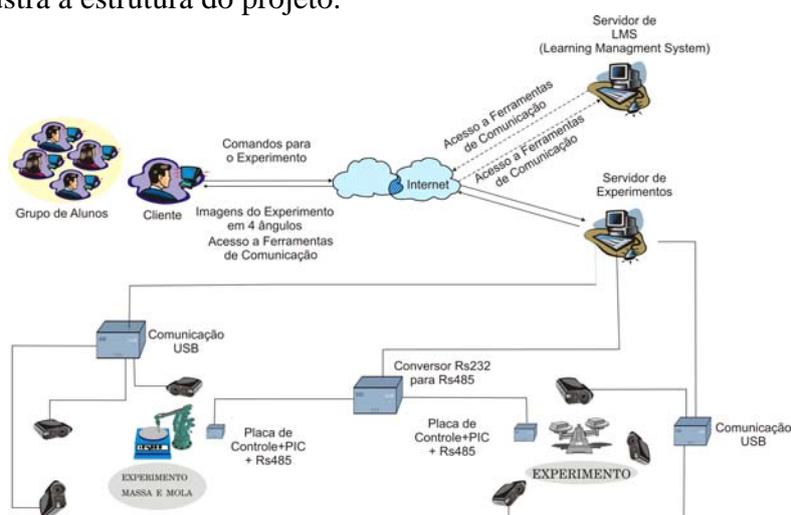


Figura 1 - WEBLAB – Um laboratório remoto para experimentos de Física

O aluno ao acessar o Weblab, escolhe a experiência que pretende realizar. Em seguida acessa o painel de configuração da experiência configurando-a de acordo com seus objetivos. Pode então iniciar a aquisição de dados visualizando-os através de gráficos, tabelas e medidores. Poderá ainda acompanhar a experiência através de uma janela de vídeo.

Para a interação, comunicação, cooperação e o compartilhamento de informações entre as pessoas podem-se utilizar as ferramentas do LMS (Silvério,2006) que contém: correio eletrônico, listas de discussão, FAQ, bate-papo, sistemas de co-autoria e serviços de teleconferência.

Antes de iniciar o experimento o software de controle, possui um agente pedagógico que pergunta ao aluno se deseja passar por uma explicação sobre o experimento proposto, se a resposta for afirmativa é apresentado um objetos de aprendizagem, o qual irá ilustrar as informações teóricas sobre o experimento.

### 3. HIDROSTÁTICA.

Hidrostática é a parte da Física que estuda as propriedades associadas aos líquidos em equilíbrio.

A hidrostática fundamenta-se em três leis básicas:

- a) Lei de Stevin
- b) Lei de Pascal
- c) Lei de Arquimedes

No experimento de hidrostática do projeto WEBLAB nos focamos na lei de Pascal com o experimento da prensa hidráulica, a qual iremos descrever na seção 4.

### 3.1 Lei de Pascal

Considere o líquido homogêneo apresentado na figura 2, em equilíbrio e sobre a ação da gravidade.

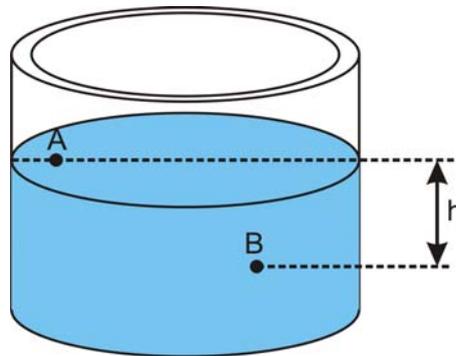


Figura 2 – Líquido homogêneo

De acordo com a lei de Stevin, temos:

$$P_B - P_A = \mu g h$$

$$\boxed{P_B = P_A + \mu g h}$$

Sendo o líquido incompressível (volume constante), sua densidade  $\mu$  permanece constante e portanto a parcela  $\mu g h$  permanece constante.

Isso significa que se acontecer uma variação de pressão no ponto A, a mesma variação de pressão ocorrerá em B:

$$\Delta P_B = \Delta P_A, \text{ pois } \mu g h \text{ e constante}$$

Este fato traduz a lei de Pascal que versa: “**Os líquidos transmitem integralmente as variações de pressão que recebem**”.

Isto significa que qualquer variação de pressão, provocada em qualquer ponto de um líquido em equilíbrio e transmitida integralmente para todos os demais pontos da massa líquida.

### 3.2 Prensa hidráulica

A prensa hidráulica é uma máquina simples, fundamentada na lei de Pascal e capaz de multiplicar forças, um exemplo da prensa é mostrado na figura 3.

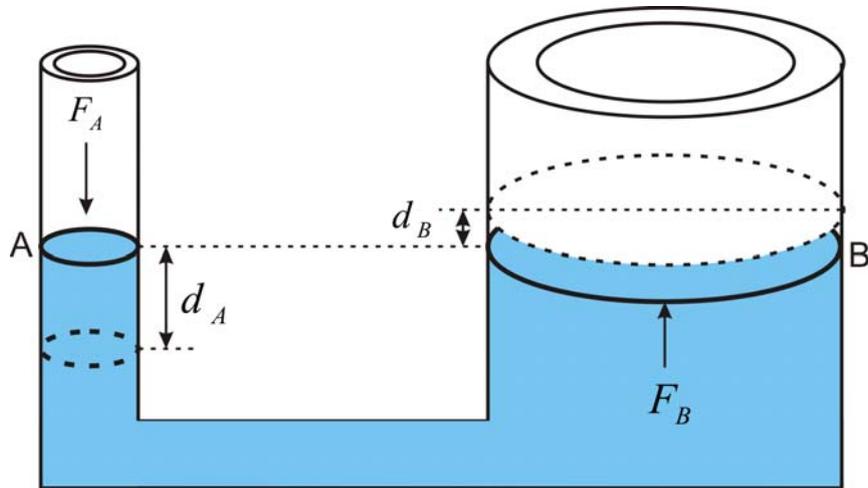


Figura 3 – Prensa hidráulica

Os vasos comunicantes da figura contém um líquido homogêneo e estão vedados por dois êmbolos móveis sem atrito com áreas  $S_A$  (êmbolo menor) e  $S_B$  (êmbolo maior).

Uma força de intensidade  $F_A$  é aplicada no êmbolo, o que permite transmitir ao êmbolo B uma força de intensidade  $F_B$ .

De acordo com a lei de Pascal:

$$\Delta P_B = \Delta P_A$$

$$\frac{F_B}{S_B} = \frac{F_A}{S_A} \Rightarrow \boxed{\frac{F_B}{F_A} = \frac{S_B}{S_A}} \quad \text{(I)}$$

Equação 1: Lei de Pascal

Em uma prensa hidráulica, as forças tem intensidade diretamente proporcional às áreas dos respectivos êmbolos.

### 3.3 Vantagem mecânica.

O número pelo qual a força é multiplicada é chamada de vantagem mecânica ( $V_m$ ).

$$V_m = \frac{F_B}{F_A} = \frac{S_B}{S_A}$$

Equação 2: Vantagem Mecânica

Se os êmbolos tem forma cilíndrica, suas áreas são dadas por:  $S_A = \pi R_A^2$  e  $S_B = \pi R_B^2$  em que  $R_A$  e  $R_B$  são os raios dos êmbolos:

$$V_m = \frac{S_B}{S_A} = \left( \frac{R_B}{R_A} \right)^2$$

Sendo  $d_A$  o deslocamento do embolo A e  $d_B$  o deslocamento do embolo B e lembrando que o líquido é incompressível ( volume constante), temos que o volume líquido que desce em A é igual ao volume líquido que sobe em B:

$$\Delta V_A = \Delta V_B$$

$$S_A \cdot d_A = S_B \cdot d_B$$

$$\frac{S_B}{S_A} = \frac{d_A}{d_B} \text{ (II)}$$

Comparando (I) e (II), vem:

$$\frac{F_B}{F_A} = \frac{d_A}{d_B}$$

Assim:  $F_B d_B = F_A \cdot d_A$

A relação anterior traduz a conservação de trabalho nas máquinas simples:

Em uma prensa hidráulica, o trabalho da força aplicada ao êmbolo menor é igual ao trabalho da força transmitida ao êmbolo maior

#### **4. PRENSA HIDRÁULICA.**

A prensa hidráulica baseia-se no princípio que diz: "os líquidos transmitem integralmente pressões de uma região para outra". Ora, se a pressão é a mesma em todos os pontos de um líquido incompressível e em equilíbrio hidrostático então, em superfícies de áreas diferentes as intensidades das forças aplicadas pelo líquido também devem ser diferentes. Assim, se aplicarmos uma força de pequena intensidade  $F_1$  na superfície de pequena área A, então o líquido, graças à integral transmissão da pressão, fará surgir na superfície de grande área B uma força de grande intensidade  $F_2$ . Vemos aqui que a prensa hidráulica, ao utilizar-se dessa técnica, funciona como uma verdadeira máquina, ou seja, um dispositivo capaz de multiplicar forças. O 'operador' aplica a força  $F_1$  (de pequena intensidade) e a máquina aplica na 'carga' a força  $F_2$  (de grande intensidade).

O roteiro do uso deste experimento o aluno realiza um cadastro dentro de um LMS e se cadastra no curso de Física para ensino médio e acessa o tema hidráulica. Na área do curso, o aluno terá duas opções: acesso a simuladores (objetos de aprendizagem virtuais) e a objetos de aprendizagem reais (experimentos do web-lab). Ao acessar os experimentos reais, o aluno tem acesso ao software do experimento.

Podemos avaliar o aprendizado através dessa ferramenta realizando uma avaliação antes dos alunos utilizar o ambiente com os experimentos do Web-lab e após a realização destes experimentos. Foi realizado essa experiência com os alunos da Escola Municipal “Olimpio Catão”, o qual apresentou uma melhora em seu aprendizado de 60 % referente ao teste aplicado anteriormente.

Para simular a prensa hidráulica utilizamos 4 seringas, sendo que o duas seringas uma de 20 ml interligado a uma mangueira em uma outra seringa de 10 ml e mais duas seringas uma de 20 ml interligado a uma mangueira em uma outra seringa de 5 ml. As 4 seringas estão presas a uma madeira de 0,60 x 0,30 m. Colocamos 4 motores de trava de portas de carro para impulsionar o embolo das seringas. Ao lado de cada seringa temos uma régua a qual permite que o aluno visualize o deslocamento. Na figura 4 podemos ver a montagem do experimento.

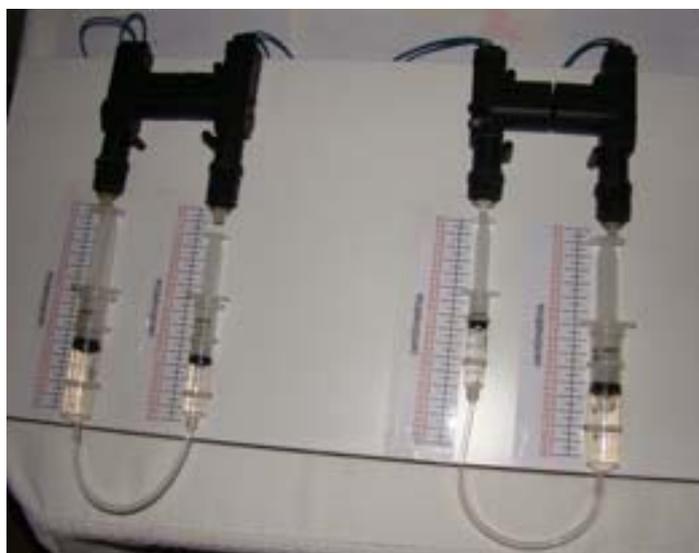


Figura 4 – Experimento da Prensa hidráulica.

O kit de experimento como pode ser visto na figura 4 do lado esquerdo, possui uma seringa de 20 ml com as seguintes medidas: base: 17 mm, embolo: 19 mm, diâmetro interno: 19 mm e externo 21 mm. A segunda seringa tem 10 ml e possui as seguintes medidas: base: 12 mm, embolo: 14 mm, diâmetro interno: 14 mm e diâmetro externo 16 mm.

O motor utilizado e alimentado com uma tensão de 12V, o qual empurra um êmbolo de 5cm. Medimos através de uma balança a variação da força do embolo do motor com diversas tensões. A balança utilizada para realizar as medidas e uma balança da marca CAMRY, com a capacidade de 0 a 60 kg com um erro aproximado de  $\pm 0,2$  dígitos. Alimentando o motor com diversas tensões, obtivemos os dados da tabela 1.

Voltagem	Kg	Newtons
3,0 V	1,5 Kg	14,7 N
4,5 V	2,5 Kg	24,5 N

6,0 V	3,5 Kg	34,3 N
7,5 V	4,0 Kg	39,2 N
9,0 V	5,0 Kg	49 N
12,0 V	6,0 Kg	58,8N

Tabela 1 – Força aplicada no êmbolo do motor com diferentes tensões.

Desprezamos a diferença da balança para a realização dos nossos experimentos, o qual o aluno deverá escolher uma força mínima necessária e suficiente para mover o êmbolo. Pois para cada caso ele deverá realizar os cálculos com a aplicação das fórmulas enunciadas na seção 4 que são apresentadas através de um objeto de aprendizagem.

Desta forma o experimento pode apresentar vários casos hipotéticos com forças diferentes, pois podemos ajustar forças diferentes em cada motor dependendo da sua tensão. Abaixo iremos demonstrar um caso:

No esquema, os pesos dos êmbolos, os atritos, a compressibilidade do líquido são desprezíveis. As áreas dos êmbolos da seringa 1 de 20 ml (primeira seringa) vale  $1,9 \text{ cm}^2$  e a 2ª seringa de 10 ml vale  $1,4 \text{ cm}^2$ . A massa que esta na base da seringa vale 4,75 kg e a aceleração da gravidade vale  $g = 10 \text{ m/s}^2$

- Determine o modulo da força  $F_1$  (seringa 2), sabendo que o embolo sobe em movimento retilíneo e uniforme de velocidade muito baixa.
- Determinar o deslocamento do embolo de área  $S_1$  para que o embolo suba 1 cm

A resolução calculada pelo estudante seria:

- Precisamos obter sob o embolo da área  $S_2$  uma força  $F_2$  vertical de baixo para cima, de modulo igual ao peso do êmbolo

Então:

$$P_f = m_f \times g \Rightarrow P_F = 4,75 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 47,5 \text{ N}$$

$$F_2 = P_F = 47,5 \text{ N}$$

A força  $F_1$  provoca, no ramo direito do sistema, um acréscimo de pressão igual a  $F_1/S_1$ , que pelo Princípio de Pascal, se transmite para pontos que estão sob o embolo de área  $S_2$  fazendo surgir ai a força  $F_2$ .

Então:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow \frac{F_1}{1,4} = \frac{47,5}{1,9} = 35 \text{ N}$$

$$F_1 = 35 \text{ N}$$

b) Chamando de  $d_1$  e  $d_2$  os módulos dos deslocamentos dos êmbolos de áreas  $S_1$  e  $S_2$ , respectivamente temos:

Trabalho realizado pela força  $\vec{F}_1 = F_1 \cdot d_{1B}$

Trabalho realizado pela força  $\vec{F}_2 = F_2 \cdot d_2$

Temos que:

$$\vec{F}_1 \cdot d_1 = \vec{F}_2 \cdot d_2 \Rightarrow 35 \cdot d_1 = 47,5 \cdot 0,01$$

$$d_1 = \vec{F}_2 \cdot d_2 \Rightarrow 35 \cdot d_1 = 47,5 \cdot 0,01$$

$$d_1 = 0,016,6m = 1,7cm$$

Na figura 5 podemos ver a execução do experimento

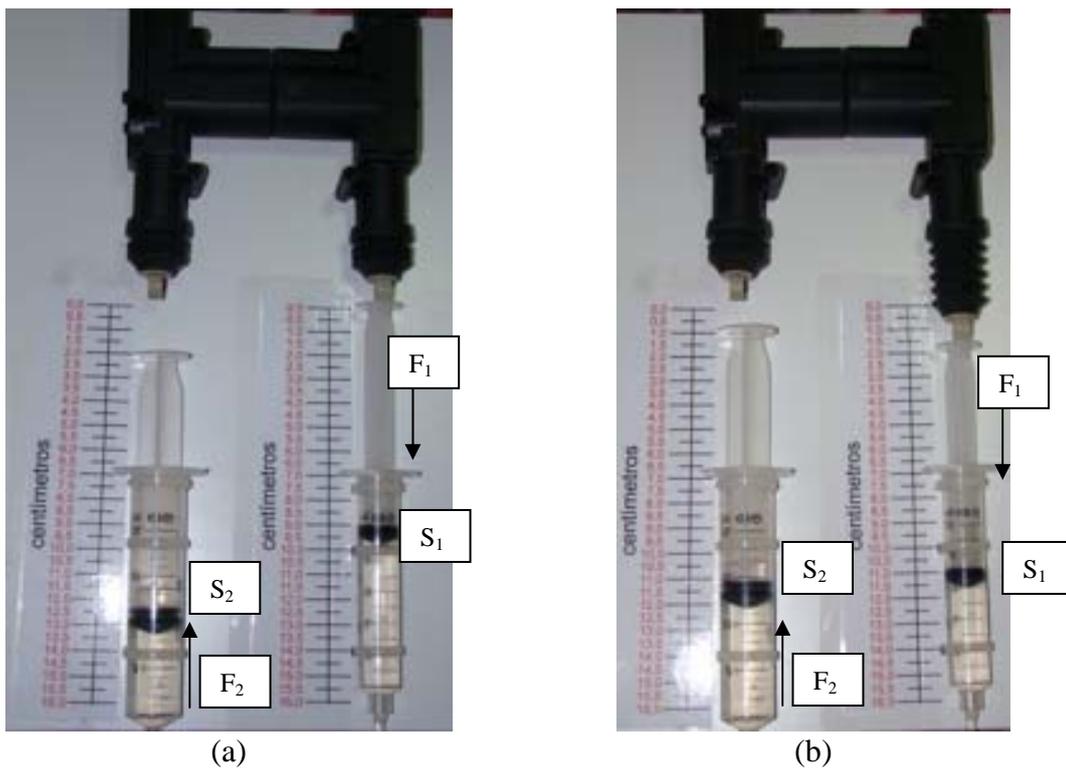


Figura 5 (a) Estado inicial (b) Estado final

A figura 5a mostra o estado inicial do experimento no qual a base sai do ponto 0 (seringa do lado direito) e se desloca até 1,7 cm (aproximadamente 2 cm) segundo a marcação da régua e a primeira seringa que recebe força  $F_2$ , desloca seu êmbolo partindo de 2,0 cm (figura 5a), até 1,0cm (figura 5b) tendo um deslocamento de 1 cm, como foi calculado acima.

O êmbolo maior irá subir de uma distância de 1 cm, isso significa que a vantagem mecânica da prensa vale 2, ou seja, essa prensa multiplica por 2 a força aplicada no êmbolo menor. Colocando-se um peso de 40N no êmbolo menor, serão necessário 80N no êmbolo maior, para manter a prensa em equilíbrio. Esses pesos, pode ser controlados pela voltagem do motor tanto do lado direito como do lado esquerdo. Basta para isso saber quando que aplicar de força nos êmbolos e calcular a voltagem.

Todo o sistema e controlado por um sistema de informação como mostrado na figura 6. O aluno configura os parâmetros do experimento e depois clica no botão começar.

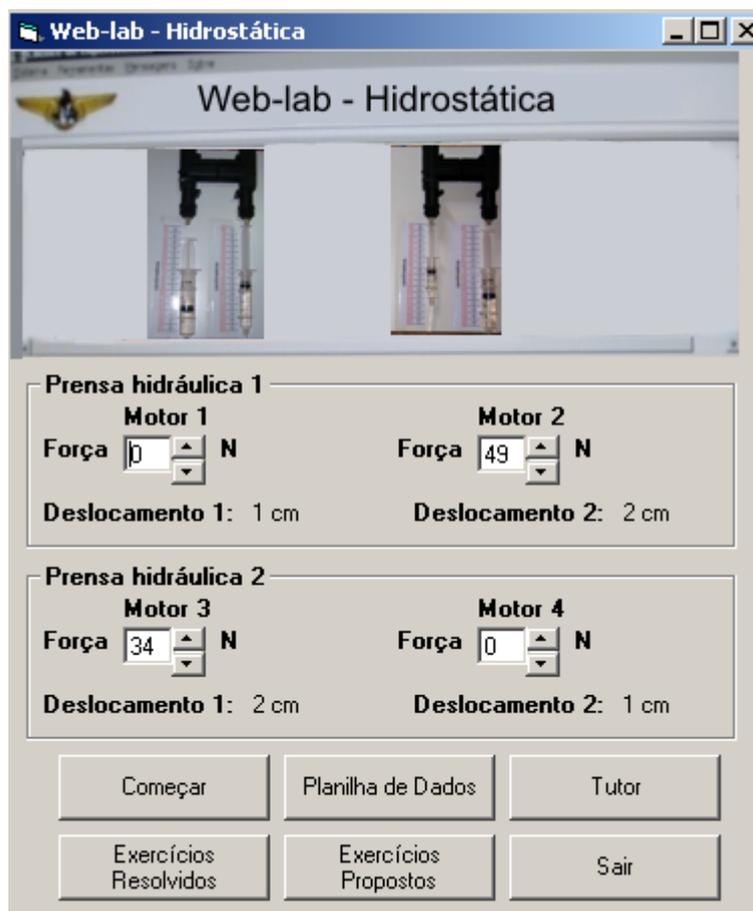


Figura 6 – Interface do experimento

O aluno caso não esteja entendendo o experimento poderá pedir auxílio a um tutor, o qual aparecerá um agente pedagógico que irá auxiliar no entendimento do sistema a figura 7 mostra a interface do tutor



Figura 7 – Tutor do experimento.

O tutor poderá esclarecer dúvidas do experimento apresentando textos ou mostrando vídeos para o aluno entender o funcionamento do experimento, através de uma pesquisa, a qual mostrara um índice sobre os temas de ajuda do experimento e caso a ajuda não satisfaça, poderá entrar em contato com o um suporte educacional do projeto, a qual será analisada e incluída em uma próxima versão.

Clicando no botão exercícios propostos irá aparecer uma animação em flash sobre o experimento como mostra a figura 8.

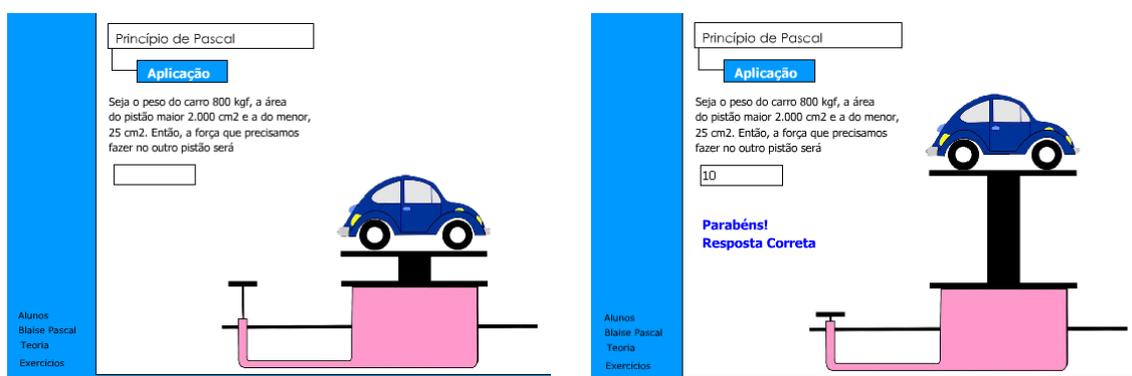


Figura 8 – Exercícios Propostos

## 5. CONCLUSÃO

O projeto web-lab visa criação de recursos para aprendizagem, criando experimentos reais automatizados e realizando contextualização com recursos multimídias a fim de propor ao estudante um ensino de qualidade e dispor materiais para eventuais duvidas do seu aprendizado. Mostrar para o aluno onde a física poderá ser aplicada em seu cotidiano.

A rede Internet tem sido mais frequentemente usada como meio para divulgação e troca de informação nela. Existem muitos projetos de laboratório remoto, porém poucos voltados com a integração de objetos de aprendizagem e experimentos de laboratórios em física. Acreditamos que este projeto, pode ser um meio de se estimular o desenvolvimento de outras competências valiosas como compreensão e negociação, definição de papéis, cooperação, dentre outras.

Avaliações iniciais nas condições propostas do laboratório remoto demonstraram a grande praticidade, funcionalidade e confiabilidade das diversas tecnologias integradas neste sistema.

Este sistema irá permitir que professores ultrapassem as restrições de horários de acesso aos laboratórios, falta de pessoal técnico de apoio e permite, ainda, aumentar a carga de atividade experimental dos seus alunos e a realização de experimentos que não poderiam ser executados por falta de equipamentos de laboratório.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos que nos concedeu o investimento para o projeto WEBLAB - Um Ambiente Computacional de Aprendizagem Interligado com Experimentos Reais de Física através de Sistemas de Aquisição de Dados para realização das pesquisas apresentadas neste artigo. A figura 9 mostra a placa do convênio com a FINEP



Figura 9 – Placa de convênio com a FINEP

## 8. REFERÊNCIAS

CIDEPE, 2008, Empresa de Experimentos Educacionais <http://www.cidepe.com.br/produto/205/anel-de-gravezande-com-cabos/#self>, acessado 06/2008

E-LAB, Laboratório Virtual do Instituto Universal Técnico da Universidade de Lisboa, acessado em <http://elab.ist.utl.pt>, 01/2007.

FEIRA, de Ciências, <http://www.feiradeciencias.com.br/>, acessado em 06/2008

GOLDARY,G., Web Topics Robots, IEEE Robots and Automation Magazine, 06/2002

ISILAB, Internet Shared Instrument Laboratory Independent, <http://isilab-esng.dibe.unige.it/English/Independent.htm>, acessado em 08/2007

LOPES, Sara Patrícia de Medeiros Lacerda, Laboratório de Acesso Remoto em Física, Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de

Coimbra,. Coimbra 2005

MARKUS, Otavio, Circuitos Elétricos - Corrente Contínua e Corrente Alternada - Teoria e Exercícios, Érica, São Paulo, 2006.

NATIONAL Instruments, [http://www.ni.com/webappdemos/rc\\_demo.htm](http://www.ni.com/webappdemos/rc_demo.htm), Acessado em 02/2007]

PETERS, Otto. A Educação a Distância em Transição, São Leopoldo, RS, USINOS, 2002

PURDUE, Departamento de Física da Purdue University, West Lafayette,EUA. <http://www.physics.purdue.edu/class/phys152l/#>, Acessado em Março de 2006.

RAMALHO Junior, Francisco, Os fundamentos da física, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antonio de Toledo Soares, São Paulo, Moderna,1993.

REMOTELAB, 2007, Laboratório Remoto na internet, <http://www.remote-lab.de/en/labor/01/spielen.html>, acessado em 06/2007

SIENA, Università degli Studi di Siena, Departamento de Engenharia de Informação, <http://www.dii.unisi.it/~control/act/home.php>, acessado em 08/2007

SILVERIO, Jose Silvério Edmundo Germano, ACED – Um ambiente Computacional de Ensino a Distância utilizada nas matérias de física do ita, parte integrante do projeto weblab, Cobenge, 2006

TAKAHASHI, Tadao (Coord.) Sociedade da informação: Livro verde. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

## **EXPERIMENTS OF HYDROSTATICS THE PROJECT WEBLAB**

*Abstract.: WEBLAB is a project that seeks the creation of physics experiments controlled through internet through a system of acquisition of data and learning objects to help students of High Scholl in their studies. In this work it will be shown the experiments of mechanics of those flowed. One of the experiments treats on the hydraulic press in the which we presented for the student the law of Pascal through an automated hydraulic press controlled by motors, which the student can choose which the applied force in the press. These experiments were created to help the students of the medium teaching. The article shows as the experiment was implemented and which area of the knowledge that includes.*

**Key words:** e-learning, Learning Objects, Real Labs, Automation, WebLabs.