



WEBLAB E OS EXPERIMENTOS DE CALORIMETRIA

Fretz Sievers Junior¹; José Silvério Edmundo Germano², Felipe de Almeida³, Milton Cimatti Junior⁴

¹ 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
fretz@uol.com.br

²ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Física – IEFF
Pç Marechal Eduardo Gomes, n 50, Campus do CTA,
12228-900, São José dos Campos - SP
silverio@ita.br

³ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Engenharia de Software
Pç. Marechal Eduardo Gomes, n 50, Campus do CTA,
12228-900, São José dos Campos – SP
felal@uol.com.br

⁴UBC – Universidade de Braz Cubas, Departamento de Engenharia de Controle de Automação
Av. Francisco Rodrigues Filho, n 1233
08773-380, Mogi Das Cruzes – SP
m.cimatti.jr@uol.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 serão mostrados 2 novos experimentos que são os experimentos de calorimetria. Estes experimentos foram criados para auxiliar o professor referente as aulas de laboratório. O artigo mostra como o experimento foi implementado e qual área do conhecimento que engloba, mostrando o funcionamento dos experimentos.

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

1. Introdução

O crescimento da Educação a Distância nos últimos anos foi bastante expressivo. Um dos fatores que mais contribui para essa realidade é a própria configuração dessa prática educacional. A EAD possui uma flexibilidade de tempo e espaço muito maior que o ensino presencial, permitindo que trabalhadores e outros interessados possam estudar até mesmo dentro de seu próprio local de trabalho. Também pode ser apontado como fatores externos o aprimoramento das Novas Tecnologias de Comunicação e Informação (NTCI), mudanças na Legislação, o aumento de pesquisas na área e a superação de preconceitos em relação ao aprendizado com o professor em outro quadrante espacial e/ ou temporal.



Embora a tecnologia aplicada aos laboratórios de acesso remoto seja relativamente recente e os custos para a sua implementação sejam elevados, existe já um grande número desses laboratórios em universidades de renome mundial e empresas. Realizamos uma pesquisa sobre os temas e conteúdos dos laboratórios de acesso remoto existentes.

Em uma pesquisa na Internet procuramos laboratórios remotos voltados para o ensino de física relacionada ao ensino fundamental e médio, porém encontramos diversos laboratórios de acesso remoto como da Universidade de Siena na Itália que trata de experiências com controlador de posição, velocidade e nível de fluxo de fluídos e entre outras(Siena, 2007). Apesar de se tratar de grandezas físicas, seu conteúdo é mais voltado para a área de automação e não para fenômenos físicos voltados para o ensino médio e fundamental. A experiência de Deutsches Museum em Munique, que trata de uma experiência de acesso remoto que utiliza um laser com uma “pinça”, fazendo mover um vidro (Remotelab, 2007) e outras que podem ser encontradas em (Isilab,2007),(Goldary,2002) e poucos relacionados com a área de física do ensino médio e fundamental como o caso do Laboratório de Acesso remoto da Universidade Técnica de Lisboa (E-lab, 2007) que trata de alguns experimentos envolvendo a matéria de física no ensino superior nos cursos de engenharia e o Laboratório de Acesso Remoto de física criada por (Lopes,2007), que envolve experiências de óptica no ensino de física básico em Portugal .

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 apresentado um resumo do projeto WEBLAB; a seção 3 mostra conceituação teórica sobre dilatação térmica dos sólidos e líquidos; a seção 4 Experimento Dilatação Térmica dos Sólidos; a seção 5 o Experimento Dilatação Térmica dos Líquidos; e finalmente, a seção 6 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 mostra a estrutura do laboratório Weblab.

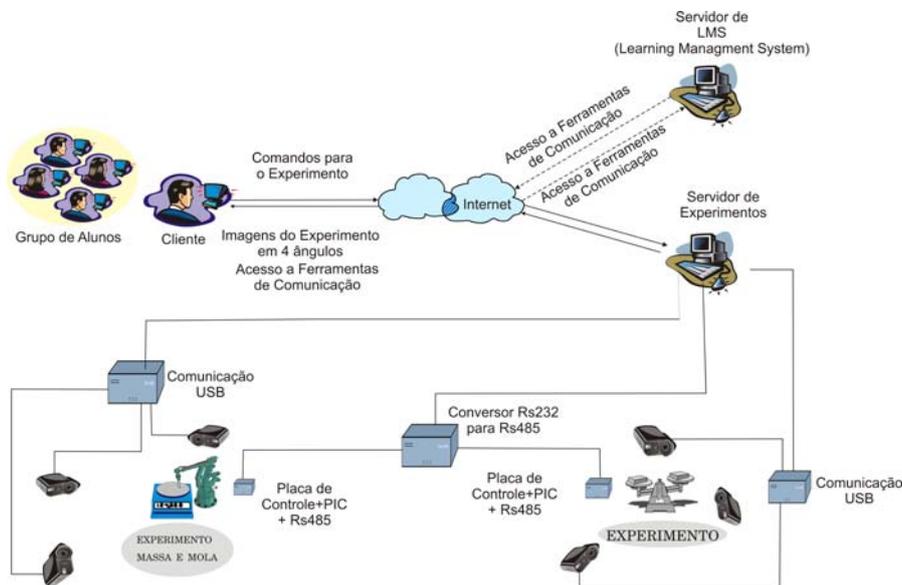


Figura 1 - WEBLAB – Um laboratório remoto para experimentos de Física

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 contem: 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. Conceituação Teórica sobre Dilatação Térmica dos Sólidos e Líquidos.

Calorimetria: é a parte da física que estuda as trocas de energia entre corpos ou sistemas quando essas trocas se dão na forma de calor. Calor é a denominação dada a energia térmica quando, e apenas enquanto, esta energia estiver transitando de um local de maior para outro local de menor temperatura (Ramalho,1993). A calorimetria é uma ramificação da termologia.

A palavra calorímetro é usada para designar um instrumento utilizado na medição de calor envolvido numa mudança de estado de um sistema. Tal pode envolver uma mudança de fase, de temperatura, de pressão, de volume, de composição química ou qualquer outra propriedade associada com trocas de calor.



3.1 Dilatação Térmica dos Sólidos.

Geralmente quando aumenta a temperatura de um corpo, suas dimensões aumentam: é a **dilatação térmica**. Ocorre a **contração térmica** ao diminuírem as dimensões de um corpo, em virtude da diminuição da temperatura.

A dilatação de um corpo pelo aumento de temperatura é consequência do aumento da agitação das partículas do corpo: as mútuas colisões, mais violentas após o aquecimento, causam maior separação entre as moléculas. (Ramalho,1993).

Por conveniência didática o estudo da dilatação dos sólidos é feito da seguinte maneira:

Dilatação Linear: aumento de uma dimensão, como por exemplo, o comprimento de uma barra.

Dilatação superficial: aumento de uma superfície, como por exemplo, uma placa.

Dilatação Volumétrica: aumento de volume de um corpo. A figura 2 mostra a dilatação volumétrica de um sólido

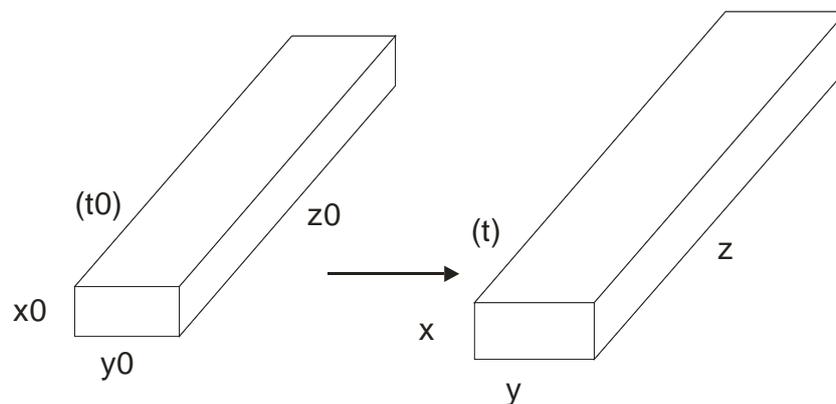


Figura 2 – Quando a temperatura aumenta, aumentam as dimensões lineares do sólido e, portanto seu volume.

Aplicando a lei de Dilatação Linear a cada uma das dimensões vem:

$$x = x_0(1 + \alpha\Delta t)$$

$$y = y_0(1 + \alpha\Delta t)$$

$$z = z_0(1 + \alpha\Delta t)$$

(Ramalho,1993)

Multiplicando membro a membro as formulas anteriores, obtemos:



$$xyz = x_0 y_0 z_0 (1 + \alpha \Delta t)^3$$

$$V = V_0 (1 + 3\alpha \Delta t + 3\alpha^2 \Delta t^2 + \alpha^3 \Delta t^3)$$

Os termos que apresentam α^2 e α^3 são muito pequenos e podem ser desprezados. Assim fazendo $3\alpha = \gamma$ vem:

$$V = V_0 (1 + \gamma \Delta t)$$

Nesta fórmula $\gamma = 3\alpha$ constitui o **coeficiente de dilatação volumétrica** do material de que é feito o sólido, sendo medido, como os coeficientes anteriores em grau Celsius recíproco ($^{\circ}\text{C}^{-1}$). A tabela 1 mostra o coeficiente de dilatação dos materiais:

Material	Coeficiente de dilatação(γ)
Porcelana	$9 \bullet 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Aço	$11 \bullet 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Alumínio	$24 \bullet 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Chumbo	$29 \bullet 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Cobre	$17 \bullet 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Ferro	$36 \bullet 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Ouro	$45 \bullet 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Alumínio	$66 \bullet 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$

Tabela 1 – Coeficiente de dilatação volumétrica(Ramalho,1993)

A partir da fórmula anterior:

$$V = V_0 + \gamma V_0 \Delta t$$

$$V - V_0 = \gamma V_0 \Delta t$$

Como $V - V_0 = \Delta V$ é a variação de volume sofrida pelo sólido, temos:

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta t$$

Portando a dilatação volumétrica ΔV é diretamente proporcional ao volume inicial V_0 e a variação da temperatura Δt .

3.2 Dilatação Térmica dos Líquidos.

A dilatação volumétrica de um líquido segue uma lei idêntica à da dilatação dos sólidos, válida quando o intervalo de temperatura considerado não é muito grande. Assim a variação ΔV do volume líquido é diretamente proporcional ao volume inicial V_0 e a variação de temperatura Δt ocorrida:

$$\Delta V = \gamma V_0 \Delta t$$



Onde γ é uma constante de proporcionalidade denominada coeficiente de dilatação real do líquido, cuja a unidade é o grau Celsius recíproco: $^{\circ}\text{C}^{-1}$. A tabela 2 mostra alguns **coeficientes de dilatação real** do líquido, cuja unidade é o grau Celsius recíproco $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Líquido	Coeficiente de dilatação(γ)
Benzeno	$1060 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Glicerina	$490 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Mercúrio	$180 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Álcool	$10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$
Gasolina	$0,11 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$

Tabela 2 – Coeficiente de Dilatação Real.

Como o líquido sempre está contido num recipiente sólido, que também se dilata, a medida da dilatação do líquido é feita indiretamente. Vamos discutir um dos processos de medida indireta da dilatação do líquido.

De um modo geral, os líquidos se dilatam mais que os sólidos. Por isso um recipiente completamente cheio com líquido transborda quando aquecido. Por exemplo, se o tanque de gasolina de um carro for enchido em uma manhã fria, ao meio dia com o aumento de temperatura, ocorrerá vazamento.

Considere o frasco da figura 3, provido de um “ladrão” L. Este líquido é enchido com um líquido até o nível do ladrão (vidro à esquerda). Ao aquecer o conjunto parte do líquido sai por L (vidro com fogo). O volume líquido extravasado mede a dilatação aparente do líquido (ΔV_{ap}) e não a dilatação real ΔV , pois o frasco também dilatou. Por exemplo, considerando que transbordara 5 cm^3 , temos:

$$\Delta V_{ap} = 5 \text{ cm}^3$$

Sendo conhecida a dilatação do frasco (aumento de seu volume interno), poderemos determinar a dilatação que realmente o líquido sofreu. Por exemplo, se o volume recipiente até o ladrão L aumentou em 2 cm^3 ($\Delta V_F = 2 \text{ cm}^3$) a dilatação real do líquido será:

$$\begin{aligned} \Delta V &= \Delta V_{ap} + \Delta V_F \\ \Delta V_{ap} &= 5 \text{ cm}^3 \quad \Delta V_F = 2 \text{ cm}^3 \\ \Delta V &= 5 + 2 = 7 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

A dilatação aparente ΔV_{ap} e a dilatação do frasco ΔV_F são proporcionais ao volume inicial V_0 e a variação da temperatura Δt :

$$\Delta V_{ap} = \gamma_{ap} V_0 \Delta t \quad \Delta V_F = \gamma_F V_0 \Delta t$$



Nessas expressões, γ_{ap} é o **coeficiente de dilatação aparente** do líquido e γ_F é o **coeficiente de dilatação volumétrica** do frasco. A figura 3 mostra uma experiência de dilatação de líquidos. Quando o líquido é aquecido extravasa pelo orifício acima.

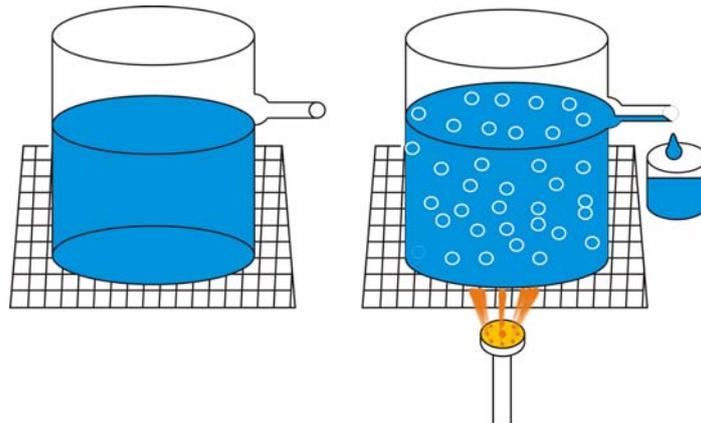


Figura 3 – O volume líquido que extravasa mede a dilatação aparente.

4. Experimento Dilatação Térmica dos Sólidos.

O experimento começa com uma animação explicando os conceitos acima e como funciona o experimento. Ao iniciar o experimento o sistema faz a leitura inicial da esfera θ_0 do sistema, temperatura ambiente.

A dilatação volumétrica dos sólidos acontece através do aquecimento de uma esfera metálica que passa por um anel em temperatura ambiente e após aquecida, ela sofre dilatação e não consegue passar pelo anel. A figura 3 mostra o experimento automatizado da dilatação dos sólidos.



Figura 3 – Experimento de calorimetria dilatação dos sólidos

Depois de aquecida a esfera desce e é passada para o aluno uma nova medida da temperatura. Com esses dados o aluno poderá calcular a variação da temperatura ΔQ sofrida pela esfera.



O experimento é composto de um Anel de Gravezande (Cidepe, 2008), com adaptações para a realização da automatização e acompanhado de 2 webcams que transmitem a imagem através de um servidor de streaming para o software de controle do experimento. Foi feita uma estrutura metálica para acomodar um motor de passo o qual permite que o aluno controle o experimento. O experimento inicia, mostrando a temperatura inicial da esfera metálica e baixando a esfera, mostrando que a esfera passa pelo orifício, como mostra a figura 4a. Em seguida através de um soprador da marca HEAT GUN que emite um jato de ar quente variando de 50°C ~ 650°C , aquece a esfera de aço aumentando seu volume pelo efeito da dilatação volumétrica. O aquecedor é desligado automaticamente no tempo de 30 segundos e a esfera é baixada novamente, mostrando que após o aquecimento a esfera não consegue passar, como mostra a figura 4b, observe que a corrente e a linha da esfera estão frouxa.



Figura 4a – Antes do aquecimento a esfera passa o orifício metálico



Figura 4b – Após do aquecimento a esfera não passa o orifício metálico.

Para agilizar o resfriamento foi adaptado embaixo da chapa metálica um cooler de fonte de computador, obtida em lixo eletrônico de fontes de computador. O resfriamento começa após o comando do aluno pelo sistema de informação. Na figura 3b é possível ver o cooler embaixo da chapa de metal. Após o resfriamento o experimento retorna ao estado inicial para que outro aluno possa utilizar.

É feito o questionamento para o aluno caso a chapa fosse esquentada pelo aquecedor de ar e a bolinha de aço também, o que aconteceria? Neste caso a bolinha passaria mesmo aquecida, pois os dois corpos sofrem dilatação volumétrica.

5. Experimento Dilatação Térmica dos Líquidos.

O experimento começa com uma animação explicando os conceitos da seção 3.2 e como funciona o experimento. O experimento possui três frascos com os seguintes líquidos: água, glicerina e vaselina líquida. Cada frasco contém 500 ml da solução,



mistura com corante e contém uma pipeta em cada um deles. O corante foi colocado para facilitar a visualização da dilatação dos líquidos. A figura 5 mostra o experimento automatizado.

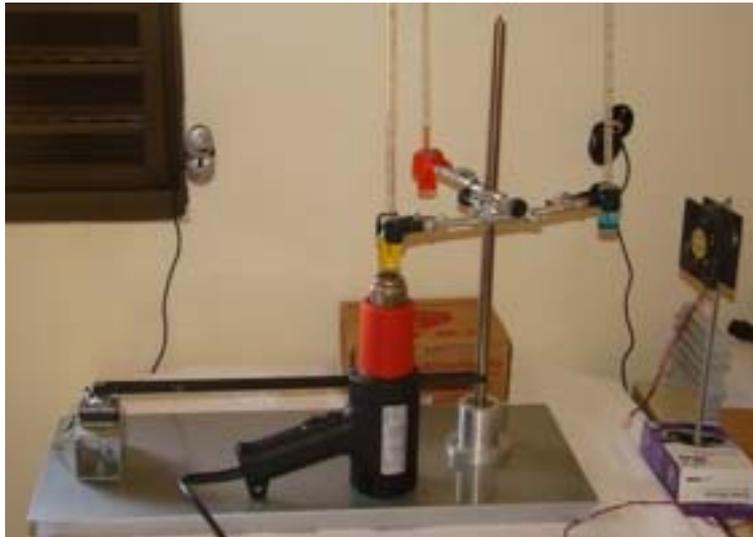


Figura 5 – Experimento automatizado da dilatação dos líquidos

O experimento possui: um soprador da marca Steinel com uma potência de 1400W e chega a uma temperatura de 300°C / 500°C, com uma vazão de ar de 400 l/min, o qual é ligado através de um microcontrolador pic 18F458 que ativa um rele de 15 A. Possui um motor de passo que o seu eixo está ligado a uma correia e a outra ponta na base do experimentos. Todos estão fixados com parafusos a uma base de ferro. O motor ao realizar movimento horário e anti-horário, permite que o usuário selecione o líquido o qual será aquecido pelo soprador. Cada líquido é preso com garras a um eixo, o qual foi retirado de uma impressora matricial

Ao iniciar o experimento, o aluno escolhe qual o líquido que deseja que sofra o aquecimento, em seguida o sistema realiza a leitura inicial do líquido θ_0 a temperatura ambiente e logo após liga o soprador que emitirá um jato de ar quente, o qual aquecerá o líquido. Quando o líquido começar a dilatar, o aluno poderá visualizar através das marcações da pipeta a quantidade de ml que o líquido dilatou. Lembramos que esta dilatação é a **dilatação aparente**, conforme explicado na seção 3.2.

Após a dilatação e medida a temperatura para saber qual a temperatura que o líquido começa a dilatar e logo após o líquido é submetido a um resfriamento através de uma cooler que está ao lado do soprador, o qual permite que o líquido esfrie mais rápido permitindo que o aluno visualize a volta do líquido para seu volume normal. A figura 5a mostra a glicerina após a dilatação, a qual levou um tempo de 3 min e 30 s para realizar a dilatação com 10 ml de glicerina, dilatou 4 ml, sendo que cada traço da pipeta equivale a 1ml. A glicerina após o aquecimento apresentava a temperatura de 70°C . A figura 5b mostra a água após a dilatação, a qual levou um tempo de 1 min e 10



s para realizar a dilatação com 10 ml de água, dilatou 7 ml e estava a uma temperatura de 50°C , e por último a figura 5c mostra a vaselina líquida após a dilatação, a qual levou um tempo de 1 min e 30 s para realizar a dilatação com 10 ml de água, dilatou 6 ml, com uma temperatura de 50°C . O termômetro foi colocado dentro dos frascos.



Figura 5a– Dilatação da Glicerina



Figura 5b – Dilatação da água



Figura 5c – Dilatação da Vaselina Líquida

Após a dilatação, todos os líquidos são submetidos a um resfriamento com um cooler que foi retirado de uma fonte de computador como mostra a figura 6.



Figura 6 - Vaselina Líquida submetido a resfriamento.

Nesta experiência, os alunos deverão obter os coeficientes de dilatação térmica de três líquidos: água, vaselina líquida e glicerina. Com os dados obtidos, os alunos deverão construir gráficos do volume do líquido em função da temperatura, os quais devem resultar aproximadamente lineares, dentro do intervalo de temperatura indicado. Para a obtenção do coeficiente de dilatação do líquido através desses gráficos, é preciso traçar as retas médias e calcular seus coeficientes angulares.

A experiência é realizada na seguinte seqüência de aquecimento: vaselina líquida, água e glicerina. São medidos o volume inicial e final do líquido correspondentes às temperaturas ambiente em torno de 20°C e 70°C , respectivamente.



Quando o sistema atinge essa temperatura de 70°C o soprador é desligado para que o aluno possa tirar as leituras. Através da relação $\gamma = \Delta V / (V_o \cdot \Delta t)$ poderá calcular o coeficiente de dilatação do líquido.

O experimento, permite que o aluno observe a dilatação (ΔV) de três líquidos ao serem aquecidos (Δt), bem como, calcular seus respectivos coeficientes de dilatação (γ).

A dilatação dos líquidos, apesar de maior que a dos sólidos (cerca de 10 vezes), também é pequena em confronto com o volume total ensaiado, de modo que, para podermos observá-la e medi-la, temos de usar processos de amplificação. A dilatação do frasco é desprezada. Ao aquecer-se, o líquido se dilata e um pequeno acréscimo no seu volume elevará sensivelmente a altura do mesmo no tubo mais fino (pipeta). Isso facilitará a medida da variação do volume do líquido em função do aumento de temperatura. Esse procedimento será feito para três líquidos diferentes, de modo que o aluno poderá comparar a dilatação térmica dos três líquidos. O aluno fará leituras do volume do líquido, quando o líquido atingir uma temperatura de 70°C e poderá construir um gráfico através da relação $V = V_o(1 + \gamma \cdot \Delta t)$. Realizando a medida inicial, o aluno poderá criar uma tabela como sugerido na tabela 1.

Temperatura t (°C)	Volume na seringa V (ml)		
	Água	Vaselina Líquida	Glicerina
30	0,5	1,5	1
40	1	2,5	1,8
50	1,5	3,5	2,5
60	2	4,5	3
70	2,5	5,5	4

Tabela 1 – Medições realizadas com o experimento

Através da tabela o aluno poderá criar um gráfico do volume (v) em função da temperatura (t), para cada um dos três líquidos (traçando retas médias dos pontos obtidos) como mostra o gráfico 1.

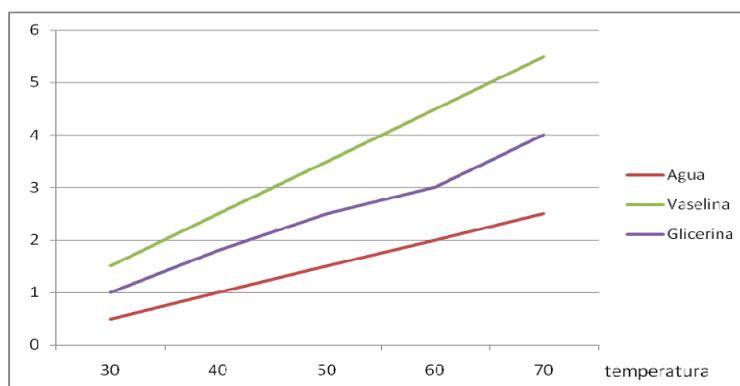




Gráfico 1 – Volume x temperatura

Visualizando o gráfico o aluno poderá concluir que o líquido que possui maior coeficiente de dilatação é o que tem maior inclinação, neste caso o que tem maior dilatação é a vaselina líquida e o que tem menor dilatação é a glicerina.

Sendo a o coeficiente angular da reta, temos: $a = \Delta V / \Delta t$ e como o coeficiente de dilatação do líquido γ é dado por: $\gamma = \Delta V / (V_0 \cdot \Delta t)$, segue-se que: $\gamma = a / V_0$.

Abaixo calculamos o coeficiente angular da reta, da vaselina, água e glicerina:

Vaselina Líquida:

Água:

Glicerina:

$$a = \Delta v / \Delta t$$

$$a = \Delta v / \Delta t$$

$$a = \Delta v / \Delta t$$

$$a = \frac{5,5 - 1,5}{70 - 30} = \frac{4}{40} = 0,10 \text{ ml/}^\circ\text{C}$$

$$a = \frac{2,5 - 0,5}{70 - 30} = \frac{2}{40} = 0,05 \text{ ml/}^\circ\text{C}$$

$$a = \frac{4 - 1}{70 - 30} = \frac{3}{40} = 0,075 \text{ ml/}^\circ\text{C}$$

Após calcular o coeficiente angular da reta ($a = \Delta V / \Delta t$), podemos calcular o coeficiente de dilatação do líquido $\gamma = a / V_0$.

Vaselina Líquida

Água

Glicerina

$$\gamma = \frac{a}{V_0} = \frac{0,10}{10} = 0,01 = 10 \cdot 10^{-3}$$

$$\gamma = \frac{a}{V_0} = \frac{0,05}{10} = 0,005 = 5 \cdot 10^{-3}$$

$$\gamma = \frac{a}{V_0} = \frac{0,075}{10} = 0,0075 = 7,5 \cdot 10^{-3}$$

Com os dados acima criamos a tabela 2

Líquido	Coeficiente angular da reta: $a = \Delta v / \Delta t$ (ml/°C)	Coeficiente de dilatação: $\gamma = a / V_0$ (°C ⁻¹)
Água	0,05	$5 \cdot 10^{-3}$
Glicerina	0,075	$7,5 \cdot 10^{-3}$
Vaselina Líquida	0,10	$10 \cdot 10^{-3}$

Tabela 2 – Coeficiente angular e Coeficiente de dilatação



6. Conclusão

O ensino através da prática em laboratório desperta o interesse do aluno em querer conhecer os conceitos e as fórmulas que regem os fenômenos físicos, tornando o ensino muito mais prazeroso. O projeto Weblab e os experimentos de calorimetria permite ao aluno ter acesso a estes experimentos, pois o mesmo não precisa se preocupar com os materiais que compõem o experimento, pois os experimentos se encontram dentro de um ambiente de ensino a distância e podem ser acessados a qualquer hora e qualquer lugar. Essa é uma forma de suprir as necessidades de ensino prático em escolas públicas que não possuem este recurso

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.

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 DA CIÊNCIA, <http://www.feiradeciencias.com.br>, site de experimentos de física do Professor Luiz Ferraz Netto, 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, 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/phys1521/#>, 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.

WEBLAB and the thermodynamics experiments

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 the High School in their studies. In this work they will be shown 2 new experiments that are the thermodynamics experiments. These experiments were created to aid the referring teacher the laboratory classes. The article shows as the experiment was implemented and which area of the knowledge that includes, showing the operation of the experiments

Palavras Chaves: *e-learning, Learning Objects, Real Labs, Automation, WebLabs.*