



## **A UTILIZAÇÃO DO LIXO ELETRÔNICO PARA CRIAÇÃO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA NO PROJETO WEBLAB PARA O ENSINO A DISTÂNCIA.**

Fretz Sievers Junior<sup>1</sup>, José Silvério Edmundo Germano<sup>2</sup>, Davilson Diehl<sup>3</sup>, Felipe de Almeida<sup>4</sup>, Milton Cimatti Junior<sup>5</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 Jose dos Campos, SP  
[fretz@uol.com.br](mailto:fretz@uol.com.br)

<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  
[silverio@ita.br](mailto:silverio@ita.br)

<sup>3</sup> **Network Control, Departamento de Engenharia de Controle de Automação**  
Rua. Major Pinheiro Froes, 264  
08674-240, Suzano – SP  
[davilson@ig.com.br](mailto:davilson@ig.com.br)

<sup>4</sup> **ITA–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](mailto:felal@uol.com.br)

<sup>5</sup> **UBC – 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](mailto:m.cimatti.jr@uol.com.br)

**Resumo:** *Este trabalho descreve a utilização de dispositivos eletrônicos encontrados em equipamentos de informática depreciados para a construção de experimentos de laboratório de física, os quais são pouco encontrados em escolas públicas do ensino fundamental e médio nas matérias de física. Estes dispositivos foram utilizados na construção dos objetos de aprendizagem reais de física que compoem o projetos WEBLAB, que trata de um Ambiente Computacional de Aprendizagem Interligada com Experimentos Reais de Física com sistema de aquisição de dados. Este projeto visa a construção de experimentos de física automatizados, os quais os alunos terão acesso remoto via internet por meio de um Ambiente de ensino a distância. Para realizar a automatição muitos dispositivos eletrônicos encontrados no denominado “lixo eletrônico” tais como motores CC, motores de passo, engrenagens, correias, trilhos, etc, foram utilizados na automatização dos experimentos deste projeto, diminuindo custos do projeto e fazendo uma reciclagem eletrônica desses dispositivos.*

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



## **1. INTRODUÇÃO.**

Na última década, vimos surgir um novo problema: o lixo eletrônico (e-lixo) . São milhares de toneladas de computadores, impressoras, scanners, celulares, televisores, máquinas fotográficas, videogames e outros aparelhos de alta tecnologia que vão para o lixo todos os dias, ao serem substituídos por outros mais modernos. Anualmente, são gerados cerca de 50 milhões de toneladas de lixo eletrônico, segundo o Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas. São aproximadamente 200 milhões de PCs completos, que vão parar em aterros e depósitos. Todos esses equipamentos contêm metais pesados em sua composição, como mercúrio, cádmio, chumbo e cromo, e quando descartados de forma inadequada podem contaminar o meio ambiente. Sem falar na grande demanda por recursos naturais utilizados na sua fabricação. [HP, 2008]

Enquanto uns não querem nem saber do destino do e-lixo, outros já descobriram oportunidades de lucro vindas dessa nova sucata. Os países em desenvolvimento foram os primeiros a perceber como tirar proveito do que está sendo jogado fora. Metais preciosos, como a prata e o ouro, além de valiosos, podem ser 98% reutilizados. Uma das maiores empresas de reciclagem da Itália, a Geodis Logistics, garante que 94% dos componentes de um microcomputador são reaproveitáveis.

No caso de experimentos de física automatizados controlados via internet para o ensino a distância, o lixo eletrônico gerado com equipamentos de informática obsoletos é uma fonte de recursos de dispositivos eletrônicos e mecânicos que podem ser utilizados no processo de automatização desses experimentos, pois para sua automatização são utilizados motores CC e CA, correias, engrenagens, estruturas metálicas, polias, sensores, etc.

## **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.

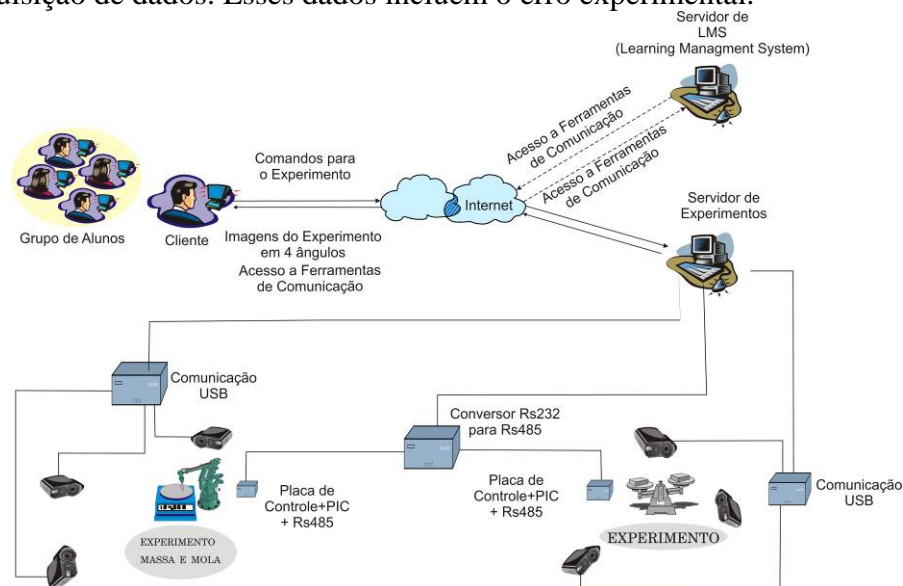


Figura 1 – Weblab – Um laboratório remoto para experimentos de física.

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. A INTERFACE DE COMUNICAÇÃO DOS EXPERIMENTOS DO PROJETO WEBLAB**

A interface utilizada para realizar a comunicação com o computador foi através da porta serial do computador, utilizando os pinos do conector DB9 (RX, TX e RTS) conectados ao chip de interface serial Max232. Porém este tipo de conexão permite realizar a interface de um computador para um experimento, e neste projeto foi necessário a comunicação de um computador para vários experimentos, sendo assim além da interface RS232, criamos uma rede 485 com o chip da empresa TEXAS SN75176BP. A rede 485 foi desenvolvida de EIA (Eletronic Industry Association) e estabelecem os padrões de comunicação serial: RS-232, RS-422 e RS-485, sendo que “RS” significa “Recommended Standard”. O padrão 485 possuem algumas vantagens em relação a interface de comunicação RS 232:

- Menor custo de transmissores e receptores comparadas com outras redes tais como FieldBus, Ethernet e etc.
- Conexão de até 32 dispositivos (com repetidores podem chegar ate 256 nós na rede)
- Taxa de transmissão de até 10 Mbps
- Utilização de um par de fios.
- Modo Half-duplex, mas podendo operar em Full-duplex
- Comunicação de forma diferencial.
- Taxas de comunicação de até 10Mbps quando instalado a curta distância (12m) entre os terminais remotos
- Taxas de comunicação de até 100Kbps quando instalado a 1200m entre os terminais remotos.
- Flexibilidade de configuração
- O usuário define, projeta e testa o seu próprio protocolo de comunicação sem a necessidade de pagar royalties de fabricantes.
- Existem também a possibilidade usar protocolos abertos, bem definidos e testados.
- Pode migrar de um padrão para outro sem perder suas características de pulsos.

O padrão RS485 possui um único PC mestre da rede e possui um único par de cabos da rede. Os terminais remotos da rede são tratados por endereçamentos determinados via programação por um microcontrolador , o qual utilizamos o PIC 16F628A sendo um dos microcontroladores mais baratos do mercado referente a custo e benefício. Em caso de duas máquinas estarem comunicando-se a uma distância de 1000m e na máquina 1 o terminal A tem 5 V e no terminal B 0V e na máquina 2 chega 2V no terminal A e 0v no terminal B, o nível lógico será 1, pois as redes 485 trabalham em modo diferencial ou seja elas são imunes a



ruídos, pois caso chegue uma voltagem de 0,2V no terminal A o nível lógico lido será 1. Um exemplo de dois terminais conectados pode ser visto na figura 2.



até 0,2V o nível lógico é 1

Figura 2 – Exemplo de terminais da rede 485

Um cabo recomendado para redes 485 e o cabo de par trançado pares de fio 24 AWG com impedância característica de 120Ω.

No projeto WEBLAB a rede 485 foi utilizada para realizar a comunicação com os experimentos foi a configuração half duplex, isto é apenas um circuito pode estar ativo de cada vez. Um terminal denominado de ENABLE, este terminal coloca os terminais que não devem estar participando em TRI-STATE, isso significa que eles ficam desligado do circuito até que sejam habilitados novamente.

O uso de terminações como é utilizado nas redes de barramento é necessário para evitar os efeitos de reflexão de sinais, típicos de uma linha de transmissão. O valor do resistor depende do cabo utilizado e é tipicamente de 120Ω. Se as distâncias são menores de 100 metros e a velocidade é de 9600 bps o resistor torna-se desnecessário. No projeto WEBLAB a rede é menor de 100 metros não utilizando o resistor. A figura 3 mostra a configuração da rede 485 no projeto weblab.

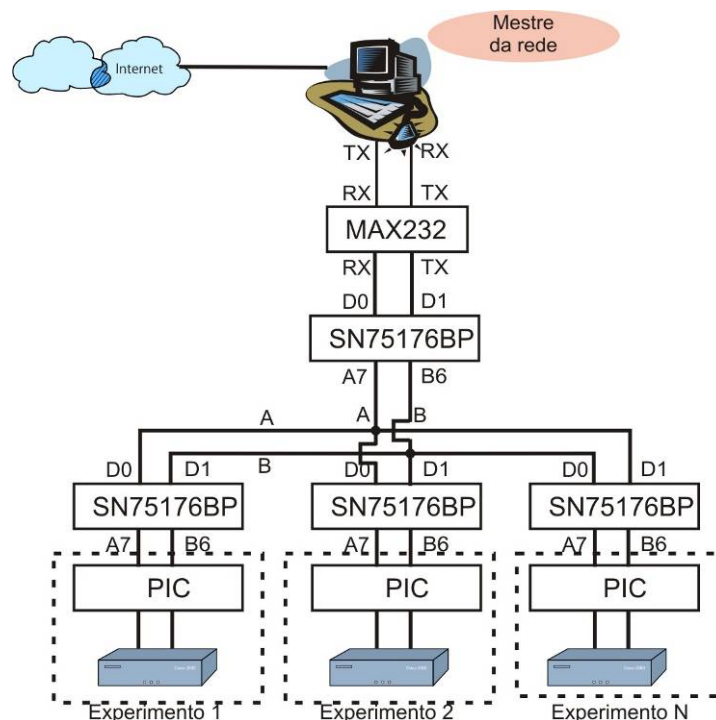


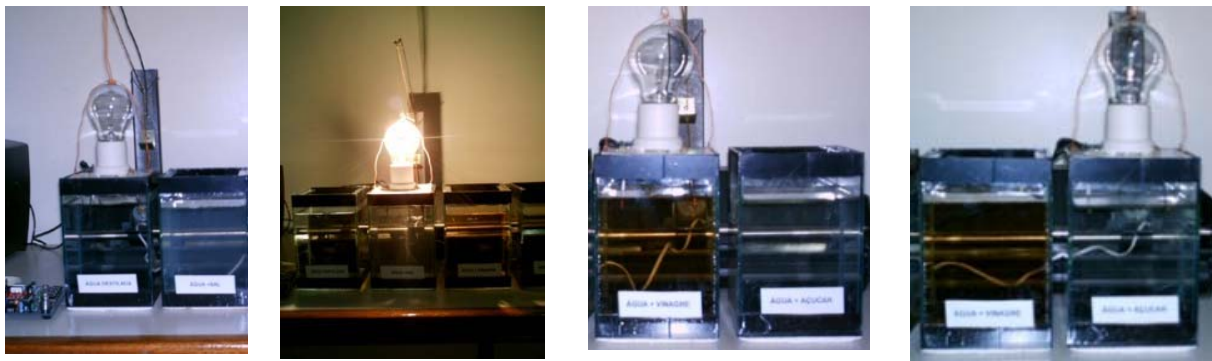


Figura 3 – Rede 485 no projeto Weblab

Os experimentos apresentados a seguir estão interligados com a rede 485.

#### 4. O LIXO ELETRÔNICO UTILIZADO NO EXPERIMENTOS CORRENTE ELÉTRICA EM SOLUÇÕES LÍQUIDAS.

Na automatização dos experimentos de física intitulada Corrente Elétrica em soluções líquidas (Cobenge, 2007) que mostra através de uma lâmpada, a corrente elétrica passando pelas seguintes soluções líquidas: água destilada, água+sal, água+açúcar, água+vinagre e analisa se esses líquidos são bons condutores de energia elétrica ou não. Esta experiência tem uma abordagem nas matérias Físicas, no caso a corrente elétrica e Química, quando misturas outras substâncias na água mudando suas propriedades. Para esse experimentos foi necessário a construção de um braço mecânico com uma lâmpada que fica alternando entre as 4 soluções líquidas. O experimento foi automatizado e operado remotamente através da internet e mostrou-se adequado, para ser utilizado dentro de uma proposta de laboratório de acesso remoto. A figura 4 mostra o experimento em execução:



(a) Não Conduz

(b) Conduz

(c) Não Conduz

(d) Não Conduz

Figura 4 – Experimento Corrente elétrica em soluções líquida

(a) Água destilada (b) Água + Sal (c) Água e vinagre e (d) Água+Açúcar

Utilizamos uma estrutura da impressora Rima XT 180, para criar a estrutura de nosso experimento. Esta impressora ela se tornou obsoleta e substituída por modelos de impressoras matriciais mais rápidas e silenciosas, as quais encontramos em grandes quantidades de assistência técnica de informática sucateadas. A figura 5 mostra a impressora rima.



Figura 5 – Impressora Rima 180 XT, utilizada na automatização

O experimento utiliza o carro de impressão da impressora Rima e foi feita algumas adaptações como a instalação de uma alavanca com uma lâmpada de 100W/110V de corrente alternada de filamento reforçado na ponta da alavanca para mergulhar nas soluções líquidas. Para realizar o controle foi utilizado uma solenóide, a qual permite realizar movimentos verticais para colocar e retirar os conectores nas soluções líquidas e o carro de impressão é utilizado para movimentos horizontais em conjunto com um motor de passo que traciona uma correia, a qual permite mudar a lâmpada dos frascos que contém as soluções líquidas. A figura 6 mostra detalhes do projeto



Figura 6 – Estrutura mecânica do experimento Correntes Elétricas em Soluções líquidas

O microcontrolador PIC 16F628A, foi utilizado para fazer o controle do motor, sendo que 4 portas foram utilizados para ligar o motor e uma porta para acionar a solenóide. A conexão do microcontrolador com o motor de passo foi feito através de acopladores ópticos (4N25) para maior proteção do circuito. Foram utilizados uma fonte de 12V CC para a alimentação do motor e da solenóide e um regulador de tensão de 5V (L7405) para alimentação do PIC. A figura 7 mostra o esquema do circuito utilizado.

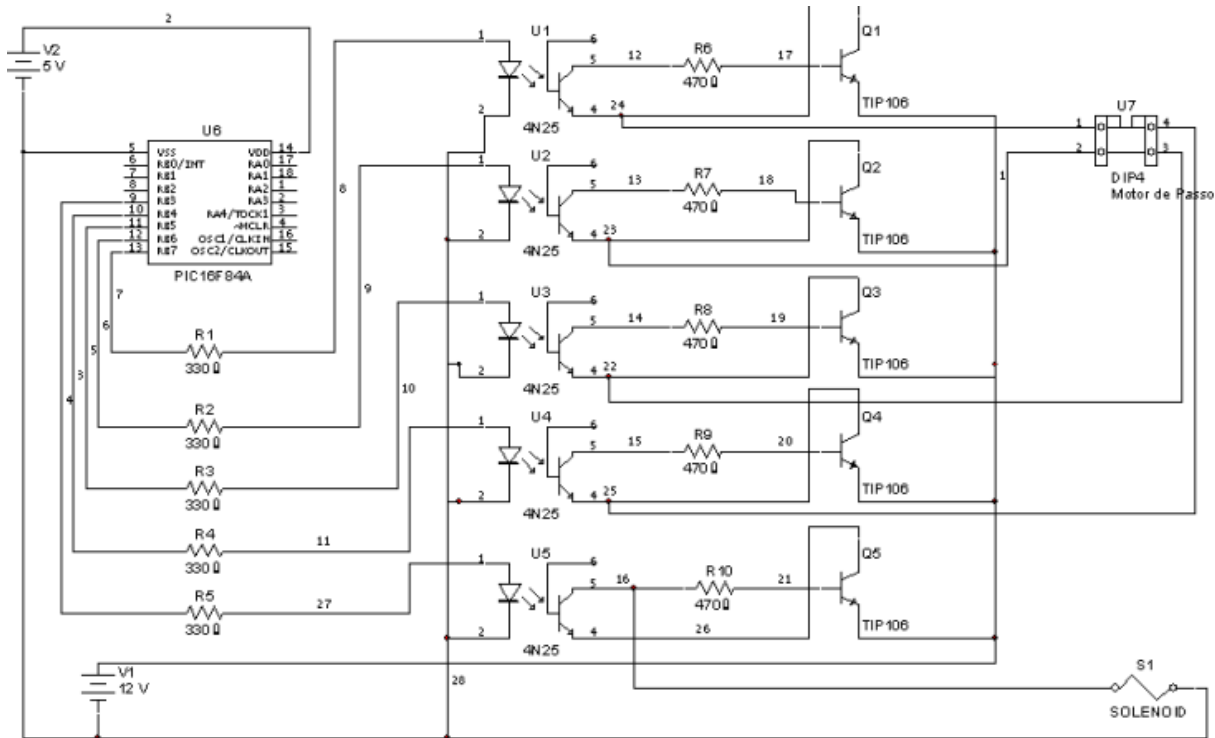


Figura 7 – Circuito utilizado para o controle do experimento.

A figura 8 mostra o circuito implementado no protoboard.

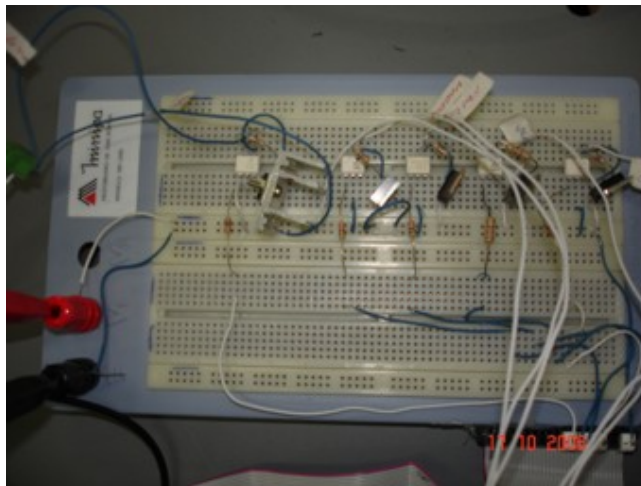


Figura 8 – Circuito implementado no protoboard.

O experimento apresentado a seguir utiliza o mesmo controle de motor do experimento Corrente elétrica em Soluções Líquidas.

## 5. O LIXO ELETRÔNICO UTILIZADO NO EXPERIMENTOS DE FORÇA CENTRÍPETA





Quando um corpúsculo de massa  $m$  descreve uma trajetória curva plana, em relação a um referencial inercial, tal fato ocorre, necessariamente, sob o concurso de forças. Se  $R$  é a resultante de todas as forças agentes no corpúsculo, é cômodo decompor essa resultante em duas componentes --- uma tangencial, outra normal --- e estudar separadamente, seus efeitos. A componente  $F_t$  é denominada componente tangencial e a outra,  $F_n = F_{cp}$  componente normal, radial ou centrípeta:  $R = F_t + F_{cp}$ .

A vantagem dessa decomposição se evidencia quando se pretende justificar as causas das modificações sofridas pela velocidade vetorial  $V$  durante o movimento do ponto material. A componente tangencial ( $F_t$ ) incumbe-se de justificar a modificação do seu módulo ( $|V|$  - valor absoluto da grandeza vetorial), enquanto que a componente centrípeta ( $F_{cp}$ ) justifica a alteração da sua direção. O sentido, é sempre aquele associado ao movimento ( $V$  tem sempre o mesmo sentido do movimento, em cada ponto da trajetória).

A modificação do módulo da velocidade vetorial no decorrer do tempo dá, como conseqüência cinemática, o conceito da aceleração tangencial ( $a_t$ ), cujo módulo ( $a_t$ ) se identifica com o valor absoluto da aceleração escalar linear ( $g$ ), do corpúsculo.

A alteração da direção da velocidade vetorial no decorrer do tempo origina a aceleração normal, radial ou centrípeta ( $a_{cp}$ ), cujo módulo ( $a_{cp}$ ), como se demonstra via curva hodógrafa, depende diretamente do quadrado do módulo da velocidade, no instante considerado, e inversamente, do raio de curvatura da curva ( $r$ ) na posição ocupada pelo móvel.

Para a realização de diversos experimentos relativos à força centrípeta, recomendamos a construção desse banco de rotações. Nada impede, entretanto, que a rotação seja mantida mediante um motor elétrico, desde que se observem as devidas reduções de velocidades, controle dessas velocidades e torques. O motor elétrico de corrente contínua e uma correia encontrada em impressoras da serie 600 da marca HP. Essa impressora quando danifica sua placa lógica, não compensa arrumar ficando sucateados seus motores e correias. A figura 9 mostra o banco de rotações construído com o motor do lixo eletrônico.

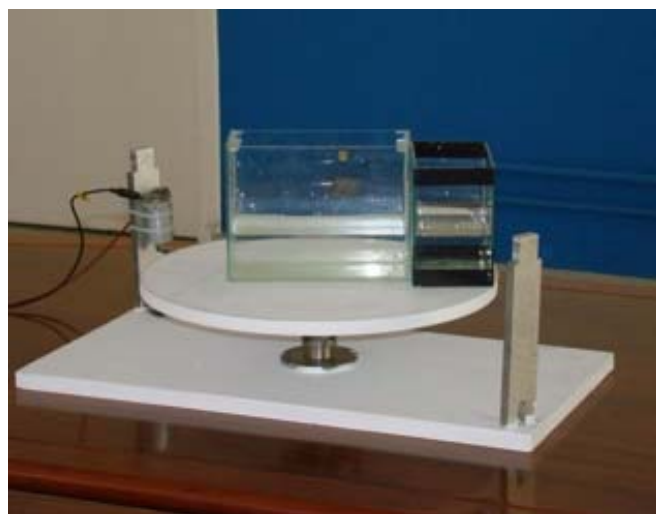


Figura 9 - Experimento de força centrípeta.



A base que se encontram os aquários, encontramos uma correia a qual esta interligada a um motor de corrente continua, o qual permite controlar a velocidade de acordo com a tensão aplicada. Quanto maior a tensão aplicada maior será a velocidade e neste caso podemos ver a componente da força centrípeta, como mostra a figura 10.



Figura 10 – Componente da força centrípeta atuando nos líquido

## 6. CONCLUSÃO.

Este artigo descreve o aproveitamento do lixo eletrônico em alguns experimentos de física utilizados no projeto WEBLAB. Concluimos que o lixo eletrônico oferece recursos importantes não somente para experimentos de física mas também para cursos profissionalizantes e universitários tais como os cursos de engenharias da computação, mecânica e automação. Para esses profissionais o lixo eletrônico torna-se fonte de matéria prima para futuros experimentos.

A contribuição do projeto WEBLAB é ajudar alunos e professores no ensino médio com objetos de aprendizagem virtuais e reais que propiciam ao aluno uma visão mais abrangente, dinâmica e interessante nas matérias de física e conseqüentemente ajudam a despertar interesses nos futuros engenheiros, pois os alunos terão acesso a vários experimentos que mostram as aplicações da física em diferentes contexto, e como as fórmulas ensinadas nos livros didáticos possam ser aplicadas de uma maneira interessante, vem por meio desta justificar em algumas vezes a complexibilidade da física através de aplicações de projetos no dia a dia e despertando ao aluno o interesse de conhecer mais sobre esta matéria. Aos professores o weblab é uma ferramenta que auxilia explicar fenômenos físicos difíceis de serem explicados com os tradicionais como losa e giz.

Os projetos desenvolvidos no weblab serão disponibilizados para que se tornem subsídios para futuros pesquisadores e seja um ponto de partida tanto na área da física como na engenharia.

### 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.

## 6. Bibliografia

BARANAUSKAS, MARIA C. C.; ROCHA, HELOÍSA V. DA; MARTINS, MARIA C.; D'ABREU, JOÃO V. V. *Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseado em computador*. O computador na Sociedade do Conhecimento. Unicamp/Nied, 1999.

CASINI, Marco; PRATTICHIZZO, Domenico; VICINO, Antonio (2003). E-learning by Remote Laboratories: a New Tool for Control Education Preprints 6th IFAC Symposium on Advances in Control Education, Oulu, Finland, 95-100

DIZERÓ, WAGNER JOSÉ; VICENTIN, VERISON JOSÉ; KIRNER, CLÁUDIO. *Professor Virtual: A Realidade como Suporte ao Ensino de Informática a Distância*. Anais do XVIII Congresso Nacional da Sociedade Brasileira de Computação, vol I (454-464) Agosto, 1998.

HP, Hewlett-Packard Development Company, L.P,  
<http://www.hp.com/latam/br/consumoconsciente/residuos.html>, acessado em 06/2008

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 2007.

LUCENA, MARISA & SALVADOR, VERA. LEARN@WEB: *Um ambiente Integrado para Aprendizagem Cooperativa*. Anais do XIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, (743-758) Julho 1999.

MOORE, MICHEL G.; KEARSLEY, GREG. *Distance education: a system view*. Belmont: Wadsworth Publishing Company (290), 1996.

NETO, LUIZ FERRAZ, [http://www.feiradeciencias.com.br/sala05/05\\_11.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala05/05_11.asp), acessado em 06/08

OEIRAS, JANNE YUKIKO YOSHIKAWA. *ACEL: Ambiente Computacional Auxiliar ao Ensino/Aprendizagem a Distância de Línguas*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Computação. Universidade Estadual de Campinas, 1998.

Experimentos de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora, <http://www.fisica.ufjf.br>, 2005.



## **THE USE OF THE E-GARBAGE FOR CREATION OF EXPERIMENTS OF PHYSICS IN THE PROJECT WEBLAB FOR THE E-LEARNING.**

**Abstract:** *This article is about the use of electronic devices found in computer science equipments depreciated for the construction of experiments of physics laboratory, which are little found at public schools in brazil teaching in physics matters. These devices were used in the construction of physics real learning objects that you/they compose the projects WEBLAB, that treats of an LMS of Interlinked Learning with Real Experiments of Physics with system of acquisition of data. This project seeks the construction of physics experiments automated, which the students will have remote access saw internet through a teaching Atmosphere the distance. To accomplish the dispositive many automated electronic found in denominated it such "electronic garbage" as motors CC, step motors, gears, belts, rails, etc, were used in the automation of the experiments of this project, reducing costs of the project and making an electronic recycling of those devices.*

**Keywords:** *E-learning, E-Garbage Experiment Real of Physics, Learning Objects, WebLabs.*