

# AVALIAÇÃO PARCIAL DA EXPERIMENTOTECA DO ENSINO MÉDIO DE FÍSICA

Dietrich Schiel<sup>a</sup>, [dietrich@cdcc.sc.usp.br], \*Iria Müller Guerrini<sup>b</sup> [iria@cdcc.sc.usp.br],  
Antonio Carlos de Castro<sup>c</sup> [acdc@cdcc.sc.usp.br],  
Denise Freitas<sup>d</sup> [dfreitas@power.ufscar.br], Renato Cruz<sup>e</sup> [renato@cdcc.sc.usp.br]  
<sup>a, b, c</sup> CDCC – USP - São Carlos  
<sup>d</sup> UFSCar – São Carlos  
<sup>e</sup> IFSC – USP – São Carlos

## Resumo

A fase inicial de implementação da Experimentoteca do Ensino Médio de Física, projeto “Instrumentação para o ensino de Ciências da Natureza e da Matemática”, em desenvolvimento no Centro de Divulgação Científica e Cultural, USP, São Carlos, é discutida neste trabalho, considerando os resultados parciais obtidos das avaliações realizadas pelos professores do ensino médio e alunos da graduação, participantes de oficinas realizadas. O objetivo principal das oficinas para a formação continuada e inicial dos professores é proporcionar um ambiente em que os participantes possam discutir opções para seu trabalho em sala de aula, introduzindo novas metodologias e novos materiais didáticos. No desenvolvimento dos kits e dos roteiros foram consideradas as diretrizes fornecidas pelos PCNEM, a contextualização do cotidiano dos alunos através de questões prévias colocadas no início de cada experimento e a introdução de temas atuais como a física moderna. Foram realizadas avaliações das oficinas pelos participantes com o intuito de verificar se os objetivos específicos colocados na proposta inicial tais como interdisciplinaridade, construção de conhecimento e outras, estavam presentes nos experimentos realizados. As avaliações realizadas nas oficinas mostraram que os experimentos: i) contemplam a programação do ensino médio; ii) auxiliam os alunos na construção de conhecimentos científicos; iii) refletem o cotidiano do aluno e iv) através de temas centrais, promovem a interdisciplinaridade. Na fase atual, os kits foram enviados para sete Centros de Ciências do Brasil, para os professores aplicarem e avaliarem os mesmos junto aos alunos. A proposta do projeto, e roteiros da experimentoteca do ensino médio de física, biologia química e matemática (ensino fundamental e médio), estão no site: <http://educar.sc.usp.br/experimentoteca>

## Introdução

O projeto “Instrumentação para o Ensino das Ciências da Natureza e da Matemática” tem como objetivo geral , a produção, a divulgação e a avaliação de material didático adequado às diretrizes curriculares para o Ensino Médio visando contribuir com a melhoria no Ensino das Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias, e com o processo de formação inicial e continuada de professores de Biologia, Física, Química e Matemática. As melhorias visam à inserção da Ciência contemporânea nas atividades do Ensino Médio, por meio da implementação e a avaliação de recursos pedagógicos modernos, em salas de aulas.

Dos objetivos específicos do projeto, destacam-se: a) o desenvolvimento de material de apoio ao trabalho do professor discutindo tanto o conteúdo específico como elementos metodológicos para o seu desenvolvimento; b) a produção e divulgação de conhecimentos acerca do impacto dos recursos didáticos no processo ensino e aprendizagem; c) a realização de oficinas, cursos de curta duração e outros.

A Experimentoteca do Ensino Médio de Física é constituída de dez kits, abrangendo praticamente o conteúdo do ensino médio, Mecânica I e II, Calorimetria, Ótica (incluindo

ótica física), Eletricidade (incluindo circuitos elétricos contendo capacitores e LEDs), Magnetismo e Eletromagnetismo e mais duas pastas, para que os alunos através dos roteiros contidos nestas pastas e um CD contendo o *software* SAM possam analisar os movimentos (pasta Mecânica I) e os fenômenos óticos (pasta Ótica). Já foram avaliados em projetos anteriores o Kit Mecânica I – PUCK (Schiel, D. et al, 1998) e o software SAM (Magalhães, M.G.M. et al, 2002 - Schiel, D. et al, 2002).

Na fase inicial de implementação do projeto foram realizadas oficinas com professores e alunos da graduação para uma avaliação inicial dos kits cujos resultados são apresentados neste trabalho.

## **Fundamentação Teórica**

O PCNEM (1997) considera que uma das metas do ensino de física é que este “contribua para a formação de uma cultura científica e efetiva... e que esta cultura em física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional”.

No momento em que o modelo construtivista passa a ser reconhecido pela área, a produção de materiais didáticos é deixada em segundo plano, uma vez que, o foco passa a ser a identificação do pensamento do aluno. Dessa forma criou-se um déficit na produção de materiais de apoio ao trabalho do professor e, conseqüentemente, o material didático deixou de contribuir como importante ferramenta para o processo de ensino e aprendizagem.

Entendendo material didático como um instrumento mediador entre o aluno e o conhecimento para que ele possa apreender o sentido e significado do conteúdo de ensino, atribuímos ser de igual importância à produção e utilização de materiais didáticos no ensino e a formação permanente de professores. Dessa forma, para promover as reformas pretendidas no Ensino Médio é urgente a produção de recursos didáticos e concomitantemente a formação de professores que incorporem os novos pressupostos.

Para a construção desses materiais deve-se levar em consideração a função que estes terão em termos de aprendizagem e, portanto, deve-se garantir algumas das dimensões do processo de construção dos conhecimentos científicos quais sejam: a problematização da realidade; a construção de sistemas explicativos segundo a ciência; o desenvolvimento da linguagem científica específica; a utilização dos conhecimentos construídos em outros contextos e a construção de diálogos com outras formas de pensar.

A feição desses materiais pode adquirir características e formatos diversos, porém devem apresentar os elementos contextuais, a dimensão cultural assim como a concepção teórica e pedagógica sob a qual foram concebidos. Dessa forma para a elaboração dos materiais de ensino serão consideradas as discussões teóricas/metodológicas no campo da educação científica das quais se destaca: i) o movimento das concepções espontâneas (Drive e Oldham, 1986; Gilbert e Osborne, 1982); ii) o papel da História da Ciência na aprendizagem escolar (Gil-Pérez, 1993; Summers, 1982 e Valente, 1980); iii) o uso de analogias e metáforas como pontes na construção dos conhecimentos científicos (Brown, 1994; Duit, 1992; Gilbert, 1989); iv) o papel da problematização e da investigação na aprendizagem (Gil-Pérez e Carvalho, 1993); v) o uso de estratégias de ensino-aprendizagem condizentes com o modelo de mudança conceitual (Posner et al, 1982).

No processo ensino-aprendizagem, o laboratório pode proporcionar um ambiente de aprendizagem tal que o aluno possa relacionar os experimentos com o seu cotidiano, explorar as concepções espontâneas do aluno fazendo com que os experimentos auxiliem na construção do conhecimento científico, e agindo como um facilitador de mudança conceitual e sua consolidação. O laboratório de ciência é também um local social que inclui interações com materiais e dados, interações entre alunos/alunos e alunos/professores, e fonte proficiente

de informações. Neste contexto o professor necessita de conhecimento, habilidades e fontes que o capacitem para ensinar efetivamente na prática (*Hofstein e Luneta, 2003*).

Este apoio pode ser realizado através de oficinas para a formação continuada e inicial do professor contribuindo para ampliar os horizontes dos professores, lançando idéias e discutindo opções para o seu trabalho e colocando os professores em contato com novos conteúdos e metodologias (*Terrazan e Hamburger, 1992*). Uma das atividades é a discussão do conteúdo, por exemplo, de experimento de laboratório, para o professor perceber que eles necessitam de uma reflexão, ou seja, o objetivo da atividade é a racionalização e compatibilização de seus conhecimentos científicos (*Villani e Pacca, 1997*).

### **Metodologia/Atividades desenvolvidas**

Desenvolvimento dos Kits; poucas escolas públicas possuem laboratório de física e equipamento para fazer experimentos de física. Os kits de Física foram desenvolvidos considerando que mesmo as escolas não possuindo laboratório de física, os professores possam dar aula de laboratório em qualquer ambiente. Como exemplos: no kit de eletricidade a fonte DC contém baterias recarregáveis e carregador de baterias, não necessitando de tomadas na sala e no kit de calorimetria é utilizada uma lamparina de álcool como fonte, que apresenta segurança de manipulação pelos alunos.

No kit de ótica física, alguns experimentos foram incluídos por utilizarem materiais do cotidiano, por exemplo, determinar a medida (indireta) da espessura de um fio de cabelo, a medida da distância entre duas trilhas de um CD. No kit de eletricidade “Circuitos Elétricos” foram incluídos, além dos circuitos contendo resistores, circuitos contendo LEDs e capacitores para os alunos conhecerem quais as funções destes elementos em um circuito.

Como os kits da experimentoteca do ensino fundamental, cada kit (caixa) possui dez conjuntos do experimento proposto para que possam ser aplicados em uma classe, por exemplo, com quarenta alunos, divididos em grupos de quatro.

Roteiros: nos roteiros procurou-se introduzir uma questão prévia direcionada para o cotidiano do aluno com o objetivo de motivar e iniciar o processo de reflexão sobre o tema. Após realizar o experimento a mesma questão prévia é colocada novamente para o aluno permitindo verificar se adquiriu parte ou o conhecimento científico desejado. Veja exemplo de roteiro no anexo I.

Oficinas: foram realizadas oficinas em que os professores e alunos da graduação fizeram uma avaliação inicial dos kits respondendo ao questionário que se encontra no anexo II.

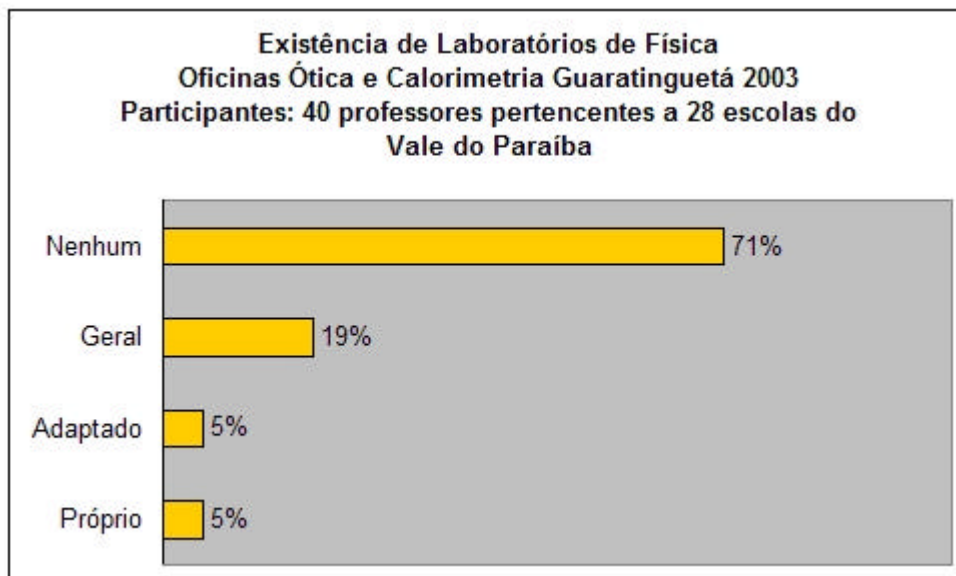
### **Oficinas realizadas:**

- Ótica, Calorimetria, Mecânica Gráfica utilizando o software SAM na “SEMANA DA FÍSICA” - UNESP – Guaratinguetá - 15 a 20/09/2003 para aproximadamente quarenta professores de vinte e oito escolas do Vale do Paraíba.
- Calorimetria - XVI SNEF 2005 – Rio de Janeiro – 24 a 28/01/2005 para doze alunos da graduação do Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Belém (PA), Santa Maria (RS), e três professores do Rio de Janeiro,(RJ), e um de São Paulo (SP).

Foi realizada a oficina de Eletricidade: Circuitos Elétricos no “II Simpósio de Física do Leste de Minas Gerais – Ipatinga - 10 a 12//1/2005, para onze professores e alunos, mas apenas dois responderam ao questionário do anexo I, e não foi possível fazer a avaliação com esta pequena amostra.

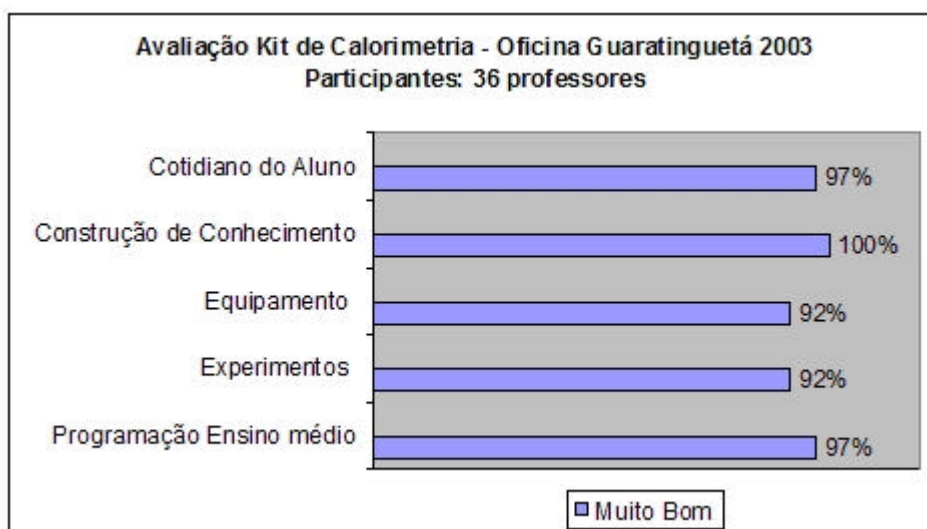
## Resultados das Avaliações

Foi realizado um levantamento da existência de laboratórios nas escolas com os professores participantes das oficinas de Ótica e Calorimetria e a figura 1 mostra que nas escolas pesquisadas do Vale do Paraíba apenas 5% possuem laboratório próprio de física, e 71% das escolas não possuem nenhum.

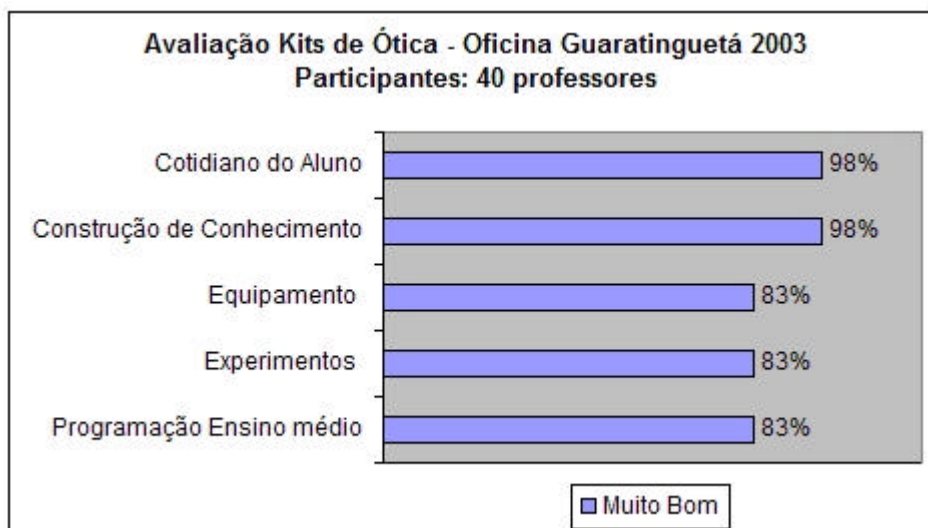


**Figura 1. Avaliação da existência de laboratórios de física em vinte e oito escolas do Vale do Paraíba**

As figuras 2a e 2b mostram as avaliações dos kits realizadas pelos professores participantes das oficinas de Calorimetria e Ótica em Guaratinguetá, não só avaliando o equipamento, mas também se contempla a programação do nível médio, se auxilia na construção de conhecimento do aluno, se os experimentos refletem o cotidiano do aluno. Como mostram os resultados, os kits foram aprovados em todos os quesitos.

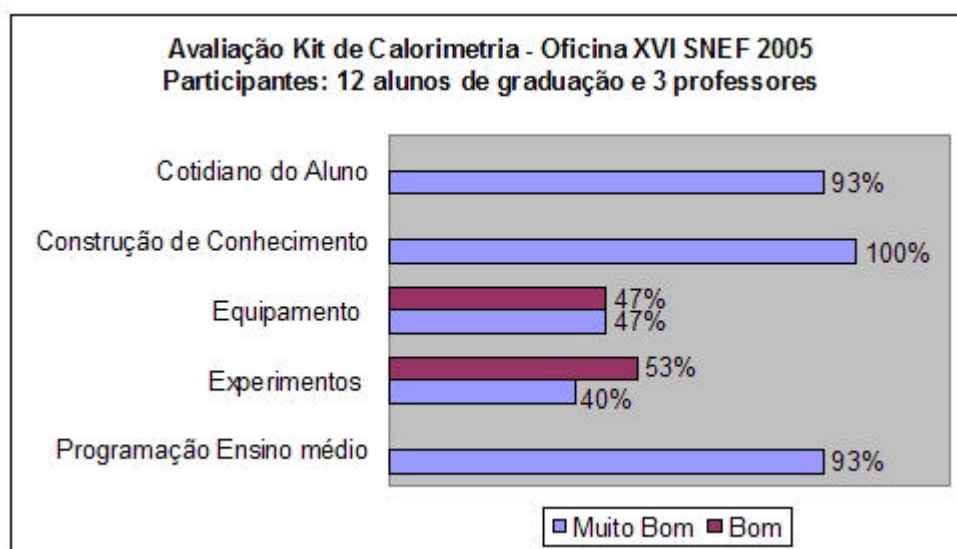


**Figura 2a. Avaliação kit de calorimetria – Oficina Guaratinguetá 2003**



**Figura 2b. Avaliação kits de ótica – Oficina Guaratinguetá 2003**

Na oficina realizada no XVI SNEF (figura 3), na qual a maioria dos participantes era aluno da graduação, também os kits foram aprovados nos quesitos já mencionados, mas os quesitos equipamentos e experimentos receberam avaliação aproximadamente igual a 50% muito bom e bom.



**Figura 3. Avaliação kit de calorimetria – Oficina XVI SNEF 2005**

Com relação à quantidade de aulas, por semana, nas vinte e oito escolas do Vale do Paraíba, 95 % das escolas têm uma aula por semana no curso noturno e duas aulas por semana no curso diurno.

Os professores das oficinas de Guaratinguetá sugeriram como poderiam promover a interdisciplinaridade a partir de um tema central relacionado aos kits.

### **Considerações Finais**

Os resultados mostram que:

- Como a maioria das escolas pesquisadas não possui laboratório de física (figura 1) e conseqüentemente material de laboratório, a experimentoteca pode ser um instrumento facilitador para as aulas de laboratório.
- Os experimentos propostos contemplam a programação do ensino médio e o uso do equipamento foi aprovado pela maioria dos professores e alunos da graduação participantes das oficinas (figuras 2a, 2b e 3).
- Os experimentos podem ser uma ferramenta auxiliar para a construção de conhecimentos do aluno e refletem o cotidiano do aluno (figuras 2a, 2b e 3).

Em uma próxima avaliação, que será realizada pelo professor com os alunos, permitirá revisar estes resultados.

Na fase atual de implantação da experimentoteca, os kits foram encaminhados para sete centros de ciências do Brasil para posterior avaliação e re-alimentação do projeto.

A expectativa maior com a implantação da experimentoteca de física do ensino médio é que realmente contribua não só para que o aluno adquira conhecimentos científicos, mas também que os professores participem na introdução da inovação no âmbito escolar.

A proposta do projeto, os kits e roteiros da experimentoteca do ensino médio de física, biologia química e matemática (ensino fundamental e médio), estão no *site*: <http://educar.sc.usp.br/experimentoteca>

**Agradecimentos:** CNPq, VITAE e FINEP: apoio ao projeto

Prof. Dra. Marisa Almeida Cavalcanti (PUC –SP): assessoria ótica física  
Equipe CDCC – USP – São Carlos: desenvolvimento dos kits

### Referências Bibliográficas

BROWN, D. E. Facilitating Conceptual change using analogies and explanatory models. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v.16, n.2, p.201-214, 1994.

DRIVER, R.; OLDHAM, V. A constructivist approach to curriculum development in science. **Studies in Science Education**, [S.l.], n.13, p.105-122, 1986.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, [S.l.], n.3, p. 649-672, 1991.

FREITAS, D.; DANSA, C.; CICILLINI, G.; VLACH, V. Atualização ou reestruturação educacional? Concepção de Educação e Metodologia do Projeto Educação para a Ciência. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, MG, v. 7, n.13, p. 101-110, 1993.

FREITAS, D.; VILLANI, A. Análise de uma experiência didática na formação de professores de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, [S.l.], v.3, n. 2, p. 121-142, 1998.

GIL-PÉREZ, D. ; CARVALHO, A.M.P. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 1993.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V.N. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science Education**, [S.l.], v. 88, n.1, p.28-54, 2003.

MAGALHÃES, M. G. M.; SCHIEL, D.; GUERRINI, I.M., MAREGA Jr., E. Utilizando tecnologia computacional na análise quantitativa de movimentos: uma atividade para alunos do ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.l.], v. 24, n. 2, p. 97-102, 2002.

MAGALHÃES, M. G.; SCHIEL, D. A method for evaluation of a course delivered via the World Wide Web in Brazil. **The American Journal Of Distance Education, Pennsylvania State University**, [Pennsylvania], v. 11, n. 02, p. 64-70, 1997.

POSNER, G.J.; HEWSON, P.W.; GERTZOG, W.A. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, [S.l.], v.66 (2), p.211-227, 1982.

SCHIEL, D.; DASSIN, J.; MAGALHÃES, M. G. M. ; GUERRINI, I. M. . Evaluation of Web-Based Instruction a case study in Brazilian Schools. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MATHEMATICS SCIENCE EDUCATIONS TECHONOLOGY, San Diego/California, p. 350-355, 2000.

SCHIEL, D. ; GUERRINI, I. M. ; FREITAS, R. M. ; PEREIRA, S. H. O. ; MAREGA JUNIOR, E. ; MAGALHÃES, M. G. M. . Mecânica gráfica, um exemplo de ensino de física na WWW. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 20, n. 04, p. 407-412, 1998.

SUMMERS, M.K. Philosophy of science in the science teacher education curriculum. **European Journal of Science Education**, [S.l.], v.4, n.1, p.19-27, 1982.

TERRAZAN, E.A.; HAMBURGER, E.W. Oficinas de física: uma experiência em educação continuada, In: REUNIÓN LATINO AMERICANA SOBRE EDUCACIÓN EN FÍSICA, 5, 1992, Gramado. **Atas da V RELAEF**, 1992. P. 234-238.

SCHIEL, D. ; TOMAZELLO, M. G. C. . **O Livro da experimentoteca**: educação para as ciências da natureza através de práticas experimentais: roteiros. Piracicaba: Gráfica e Editora Alves Piracicaba - ME, 2000. v. 2.

VALENTE, M.O. Da natureza da ciência à atmosfera das aulas de física. **Gazeta de Física**, [S.l.], v.7, f.1/2, p.1-7, 1980.

VILLANI, A., PACCA, J.L.A. Construtivismo, conhecimento científico e habilidade didática no ensino de ciências. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, v. 23, n.1 –2, Jan./Dez. 1997 .

## Anexo I – Exemplo de Roteiro de Experimento



FÍSICA

### MECÂNICA II Equilíbrio de rotação: momento

NOME \_\_\_\_\_

ESCOLA \_\_\_\_\_

EQUIPE SÉRIE \_\_\_\_\_

PERÍODO DATA \_\_\_\_\_

### Questão prévia

“Quando uma criança grande vai brincar em uma gangorra com uma criança pequena, qual a possibilidade da gangorra ficar em equilíbrio na horizontal?”

Resposta:

### Objetivos

- Aprender o conceito de torque ou momento
- Verificar as condições para que uma barra fique em equilíbrio de rotação

### Introdução

Momento ou torque de uma força.....  
Equilíbrio de translação e rotação.....

### Material

- Suporte
- Régua graduada de acrílico com um furo central
- 2 cursores com gancho na extremidade
- 10 massas iguais de 20 g (0,20 kg)

### Procedimento

- Monte a régua no suporte como mostra a fig. 2.4
- Pendure a massa aferida de 20 g, por exemplo, na extremidade da régua.
- Observe em que sentido a barra gira: horário ou anti – horário.
- Repita o procedimento colocando a massa aferida na outra extremidade.
- Permanecendo com a massa pendurada na extremidade, faça com que a régua fique em equilíbrio, pendurando duas massas do outro lado da régua e deslizando o cursor, como mostra a figura (fig. 2.4).

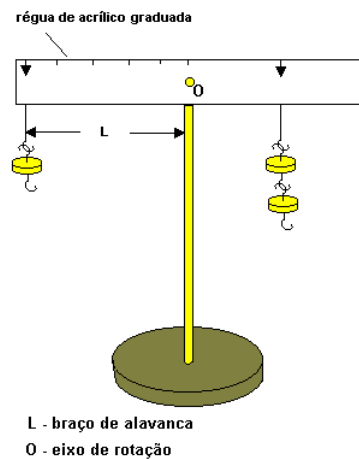


Figura 2.4 – Montagem da régua no suporte

- Coloque os valores das massas ( $m$ ) na tabela 2.1.
- Meça os braços de alavanca ( $L$ ), e coloque os valores na tabela 2.1 (situação 1).

Repita o procedimento, utilizando massas diferentes, para encontrar uma nova situação de equilíbrio (situação 2).

**Determine, para cada situação:**

- As intensidades das forças peso  $p$  ( $p = mg$ ). Utilize  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .
- Os momentos das forças peso.
- As forças de reação do apoio.
- A soma algébrica dos momentos. Coloque todos os valores obtidos na tabela 2.1.

**Questões:**

- 1) É válida a 2ª condição de equilíbrio para as duas situações? Justificar a resposta.
- 2) Considere a seguinte situação: duas crianças estão brincando em uma gangorra que tem 6 m de comprimento, tendo o centro como ponto de apoio. A massa de uma criança é igual a 30 kg e ela está sentada na extremidade da gangorra. Em que posição uma criança de massa 50 kg deve sentar para que a gangorra fique em equilíbrio na horizontal? Qual a força de reação do ponto de apoio?
- 3) E agora consegue responder a questão prévia?

**Tabela 2.1 – Equilíbrio de rotação: Momento**

	$m_1$ (kg)	$p_1$ (N)	$L_1$ (m)	$M_1$ (Nm)	$m_2$ (kg)	$p_2$ (N)	$L_2$ (m)	$M_2$ (Nm)	R (N)	$\Sigma M$ (Nm)
Situação 1										
Situação 2										

**Anexo II - Avaliação dos Kits (professores)**

Nome:

E-mail:                      Disciplina:

Nome da Escola:                      Escola:                      Pública                      Particular                                           

Cidade/Estado:

1) Na sua escola há laboratório de física:

- próprio
- adaptado
- geral (física, química, biologia)
- nenhum

2) Quantas aulas de Física, por semana, têm na sua escola na:

1ª série: (    )

2ª série: (    )

3ª série: ( )

3) Quantas aulas de laboratório de física são dadas durante o ano, por semana ou por mês? Caso não dê nenhuma aula, justifique.

4) Os experimentos contemplam a programação do ensino médio? Caso a resposta seja negativa, quais não contemplam? Justificar a resposta.

sim     não

5) Qual a sua opinião sobre estes experimentos?

Muito boa     Boa     Média     Fraca     muito fraca

6) Qual a sua opinião quanto ao uso do equipamento?

Muito boa     Boa     Média     Fraca     muito fraca

7) Os experimentos auxiliam na construção do conhecimento do aluno? Justifique se a resposta for negativa.

Sim     Não

8) Os experimentos propostos refletem o cotidiano do aluno? Justifique se a resposta for negativa.

Sim     Não

9) Considerando o tema central "Luz", como poderia ser promovida a interdisciplinaridade, a partir deste tema?

10) Outras observações: