

**“Construção de um
Trilho Óptico
para estudo de LENTES
no Ensino Médio”
por Fábio S. Bozzolan
F609
Professor Lunazzi
2º Semestre de 2008**

1) Introdução:

A proposta de montagem de um **trilho óptico** surgiu a partir da seguinte percepção:

Primeiro. Nos locais onde trabalhamos há uma forte ênfase no domínio do conteúdo de física objetivando a formação para os vestibulares, mas pouquíssima preocupação com a idéia de mostrar ao aluno o caráter experimental da Física.

Segundo. Este foco aliado ao fato de não dispormos no Brasil de material de custo baixo para a realização de atividades experimentais inibe as escolas onde trabalhamos de promover um contato mais intenso do aluno de nível médio com o aspecto experimental da física, que julgamos ser essencial.

Terceiro. Esta falta de contato do aluno de nível médio com a “**experimentação**” característica da física e das demais ciências naturais provoca no aluno uma percepção **incorreta** do que é a Física. O aluno tende a enquadrar Física, tanto quanto Química, num pacote chamado no dia-a-dia da escola de “*Ciências Exatas*”; assim ele iguala, de modo injusto ao nosso ver, Física à Matemática cujo “*laboratório*” é o cérebro humano enquanto aquela possui como laboratório o Mundo Físico. O Aluno vai para os vestibulares com a falsa compreensão de que Física é “*tão exata*” quanto Matemática. Notamos esta dificuldade na formação do aluno quando ele se depara com enunciados semelhantes ao problema de vestibular colocado a seguir como exemplo:

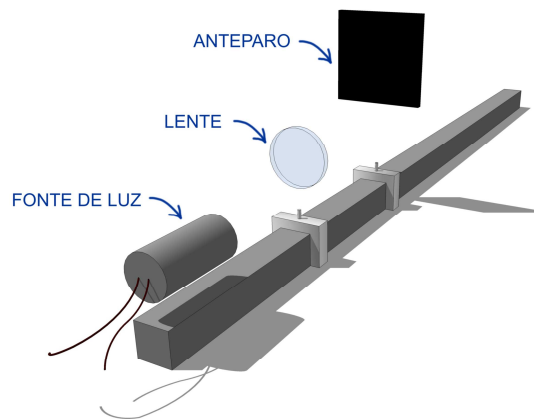
“Uma pessoa, com certa deficiência visual, utiliza óculos com lentes convergentes. Colocando-se um objeto de 0,6 cm de altura a 25,0 cm da lente...”

O Aluno, **sem** a visão do **método científico**, **não** entende a razão pela qual o autor da questão registra o algarismo “zero” **após a vírgula** e acredita que isto é “puro capricho” de quem formulou a questão ou “maldade” do tal autor para atrapalhar-lhe a aprovação no vestibular! Soubesse o aluno que os dados da Física vêm do mundo real, entenderia que tais algarismos registram a **capacidade de observação** do **Observador**, indicando que ele **não** possui **certeza** – devido às condições de observação - sobre os algarismos seguintes, **não** podendo, então registrá-los. Tal visão “mandaria para os ares” a idéia de Ciência Exata atribuída à Física!!!

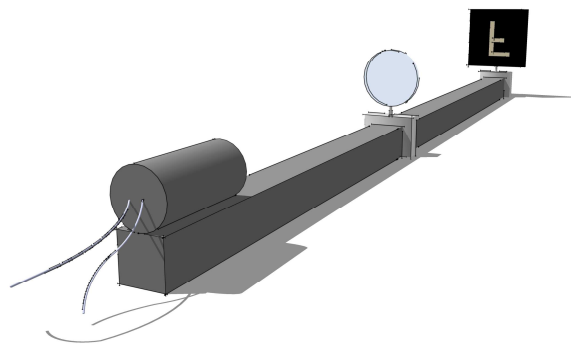
Quarto. Exatamente porque neste semestre finalizamos o conteúdo de Óptica com o estudo das Lentes pensamos em criar uma atividade experimental, na qual os alunos pudessem ter este ensaio prático. A idéia era que, tal qual fazemos – nós, alunos de graduação na UNICAMP- no curso de F429, proporcionássemos aos nossos alunos do nível médio a possibilidade de que **observassem** e **registrassem** o comportamento de algumas lentes num trilho óptico; a partir do **modelo de Gauss** para estudo das Lentes esféricas, eles poderiam “*descobrir*” as distâncias focais das lentes usadas por eles.

2) A idéia inicial:

Essencialmente o que desejávamos era um TRILHO sobre o qual fixaríamos uma fonte de luz; sobre o trilho existiriam dois suportes móveis, um para a LENTE e outro para o anteparo. O esquema seguinte ilustra o que imaginávamos.



Disposição do equipamento



concepção original do TRILHO ÓPTICO

3) A montagem do aparato experimental:

No dia 02 de novembro de 2008:

- 1) Adquirimos uma régua que pedreiros usam para uniformizar massa fina em paredes; na foto abaixo vemos sua origem. Ela foi adquirida na C&C na saída de Barão Geraldo



- 2) Diminuímos o comprimento da “régua de pedreiro” para que fosse mais fácil transportá-la no carro; o critério aqui foi o de mobilidade mesmo;



- 3) Lixamos a régua para produzir rugosidades facilitando a impregnação da tinta de fundo que viria antes da tinta preta; a tinta de fundo na verdade é uma mistura de uma porção de água raz para nove porções de “tinta de fundo”



- 4) Aplicamos a tinta spray de cor preta



- 5) Tentamos usar uma “tupia”, como a ilustrada abaixo (fonte: http://www.mercadolivre.com.br/jm/img?s=MLB&f=42075008_6765.jpg&v=P),

para desbastar os suportes criando um sulco em cada uma delas que se encaixaria no TRILHO ÓPTICO;



- 6) Mas a “tupia” quebrou no meio do serviço e tivemos que abandonar a idéia por aquele dia.
- 7) Pensamos em fazer as bases (os “pezinhos”) do TRILHO ÓPTICO com polipropileno também. Neste caso cortamos transversalmente duas peças de um tubo cilíndrico de polipropileno;
- 8) Iniciamos a fabricação dos suportes para a LENTE e para um ANTEPARO. Cortamos transversalmente uma barra de polipropileno
- 9) As bases foram “esculpidas” num torno;



No dia **20 de novembro** de 2008:

- 1) Por falta de tempo (Em fim de semestre estamos abarrotados de simulados, provas para fazer, provas para corrigir, notas para entregar, etc...) não pudemos consertar a Tupia. Diante disto optamos por fundir as bases do TRILHO ÓPTICO e o SUPORTE para a LENTE.
- 2) Ligamos a fomalha do Professor Tex e lá pusemos pedaços de Alumínio;

- 3) Preparamos a FORMA para receber o Alumínio derretido com uma mistura de areia fina, resina e catalisador (na proporção 2500 g para 3 g para 6g); exposta ao sol, a forma está pronta para receber o Alumínio em cerca de 30 minutos;
- 4) Para dar a forma que as fotos mostram dos “pezinhos” do TRILHO, fizemos, no torno, uma peça em polipropileno que serviria de “molde” para o “molde” de areia.



- 5) Retiramos o Alumínio da fornalha e o derramos na forma; em questão de instantes e com a ajuda de água a peça bruta está pronta para ser polida e assumir o aspecto definitivo;





- 6) Após ser polida, restava fazer os furinhos através dos quais fixaríamos, através de parafusos o TRILHO;



- 7) Enquanto isto, começamos a preparar a fonte de luz que consiste basicamente num tubo de metal tratado como a régua de pedreiro foi tratada no dia 02 (lixamos, passamos tinta de fundo e finalmente spray preto), a conexão com a energia elétrica e uma lâmpada de 40 W;



- 8) A peça que no dia 2 foi pensada como suporte (ou “pezinho” da TRILHO) virou o fundo da fonte de Luz, no qual fixamos o soquete para a lâmpada;
- 9) Usamos como cabo um produto encontrado em lojas de eletro-utilidades chamado de “pêra”; essencialmente é um fio com um interruptor já pronto;



- 10) Passamos para a fundição do suporte da LENTE. Lembremo-nos que originalmente queríamos fazer o suporte com polipropileno, mas desistimos da idéia, pois a “Tupia” havia quebrado.
- 11) O procedimento foi muito parecido com a fabricação dos “pezinhos” do TRILHO ÓPTICO. Uma diferença importante foi que usamos pedacinhos de madeira para moldar a forma de “areia + resina + catalisador” que originaria as duas peças finais;





- 12) Aqui tivemos dois problemas muito sérios. O primeiro: o alumínio vazou por baixo da forma deixando a peça mais feia do que o normal e dificultando o desbaste para que nós a políssemos;



- 13) O segundo problema. Uma outra máquina que serviria como “lixadeira” quebrou. Resultado: tivemos que deixar a peça rústica, pois faríamos o experimento no dia seguinte no Anglo Amparo. Tentamos diminuir as rugosidades usando uma peça da “Tupia” quebrada encaixada na “Parafusadeira de Bancada”, mas obviamente a peça não ficou bem polida.





- 14) Do mesmo pedaço de acrílico que pretendíamos usar como anteparo, recortamos uma “tampa” para ser encaixada na extremidade oposta da fonte de luz. Nela pretendíamos colar o “objeto”, uma letra “F” maiúscula lembrando “Física”



- 15) Também de um bastão cilíndrico de polipropileno fizemos dois anéis para nele encaixarmos as LENTES. Com dois anéis destes poderíamos montar um sistema óptico semelhante a um telescópio, mas isto é um projeto para o ano de 2009.



Eis algumas fotos mostrando o TRILHO ÓPTICO pronto para ser usado no dia 21 de Novembro no Anglo Amparo:



4) A Aula experimental:

Retomamos com os alunos na tarde do dia 21 de Novembro (sexta-feira) o modelo de Gauss e introduzimos a motivação da aula: gostaríamos de verificar se tal modelo interpreta bem a realidade. Os alunos foram desafiados a medir as cotas horizontais do objeto e da imagem para, a partir de tais medidas, estimar a Vergência da Lente utilizada por eles. O sucesso do experimento seria verificado comparando os resultados dos alunos com o valor nominal da lente que nós sabíamos.

Escolhemos como “sala escura” a sala dos Professores por ser uma sala fácil de isolar da luz. Ela possui apenas uma janelinha de aproximadamente 70 cm por 50 cm.

Os alunos foram divididos em 9 grupos que variaram de 2 a 4 componentes. Receberam uma folha com as seguintes instruções:

Atividade Experimental de Física
PRIMEIRA Série
Prof. Fabinho
21 de Novembro de 2008

- 1) Ligue a fonte de Luz;
- 2) Desligue a Lâmpada da sala;
- 3) ESCOLHA uma distância entre a LENTE e o OBJETO e posicione a LENTE de acordo com tal escolha;
- 4) Posicione a folha milimetrada procurando uma posição (“cota horizontal do objeto”) entre LENTE e anteparo (folha milimetrada) de modo que você visualize a imagem NITIDAMENTE.
- 5) Anote a distância entre a LENTE e o anteparo (“cota horizontal da imagem”)
- 6) Repita os passos 3, 4 e 5 mais QUATRO vezes;
- 7) Usando o modelo de Gauss, estime a VERGÊNCIA da LENTE.
- 8) Usando o modelo de Gauss, encontre A, isto é, o aumento linear transversal
- 9) Finalmente responda: pensando nesta experiência, **discuta** se a Física pode ser classificada como Ciência Exata ou Experimental.

No dia da aula tomamos duas decisões:

PRIMEIRO. No lugar da peça de acrílico que cortamos que serviria de “objeto” optamos por colocar na frente da lâmpada um papel vegetal com fundo preto e com a letra F maiúscula “vazada”;



SEGUNDO: também percebemos que os alunos poderiam procurar a imagem a distâncias maiores que o comprimento do TRILHO ÓPTICO permitia; assim optamos por não usar o anteparo sobre o trilho, mas usar uma folha de papel conduzida por um aluno. Os alunos eram estimulados a tomar medidas com a trena deixando-a o mais paralela possível do TRILHO ÓPTICO.



GRUPO 1



GRUPO 2



GRUPO 3 e o diretor da escola, Prof. Fernando



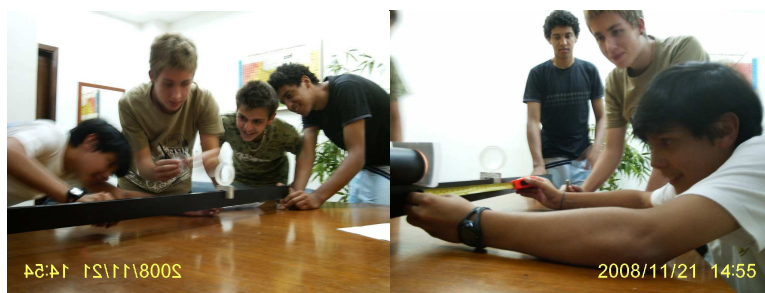
GRUPO 4



GRUPO 5: dentre eles está o aluno Orlando que nos cedeu as LENTES



GRUPO 6





GRUPO 7



alguns alunos não perceberam e fizeram as medições em polegas...



GRUPO 8



GRUPO 9

Dos relatórios enviados transcrevemos apenas um a seguir:

Primeira Série
Prof. Fabinho
21 de Novembro de 2008

Grupo: **Julia** Leite
Mirela Ancona
Mariana Pansani
Orlando Silveira

P	P'	F
100 cm	33 cm	403 cm
67,5 cm	41 cm	397 cm
47,5 cm	52,5 cm	400 cm

1) Qual a vergência da lente?

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{4}$$

$$V = 0,25 \text{ di.}$$

2) Qual é o aumento linear, das situações?

$$\alpha_1 = \frac{-p'_1}{p_1} = \frac{-0,33}{100} = -0,33$$

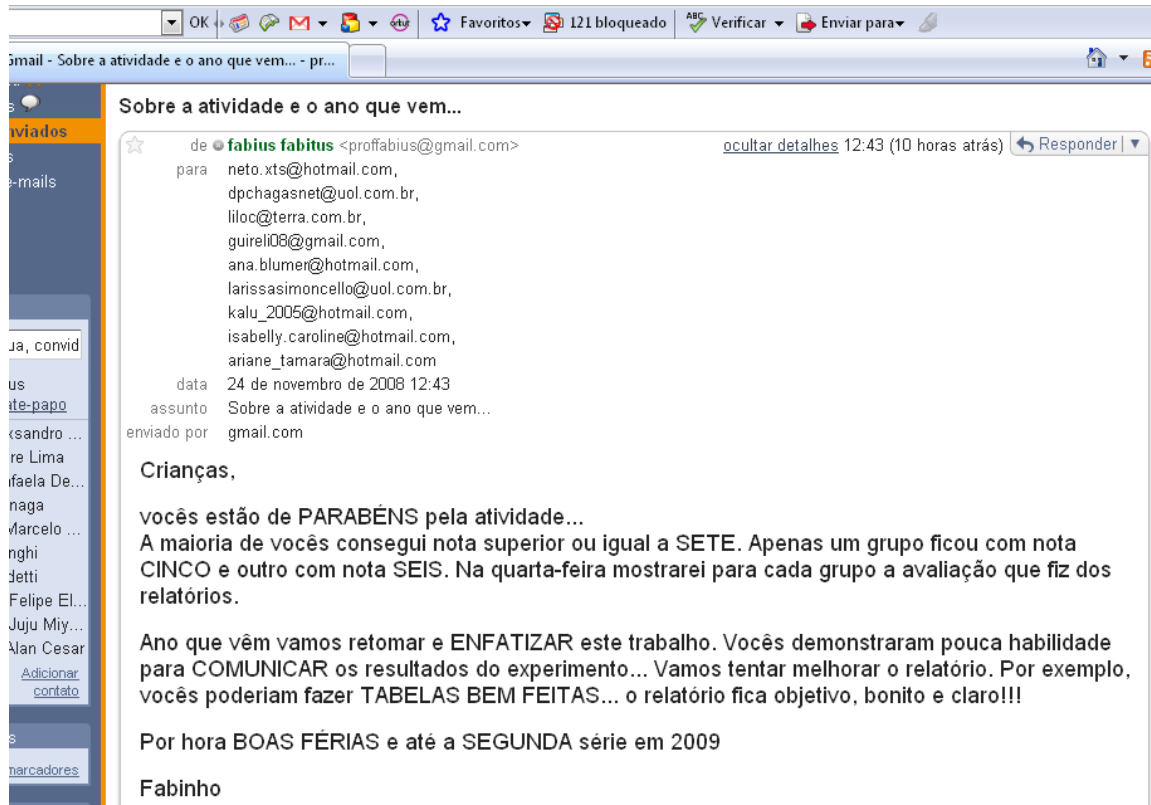
$$\alpha_2 = \frac{-p'_2}{p_2} = \frac{-0,41}{0,675} = -0,61$$

$$\alpha_3 = \frac{-p'_3}{p_3} = \frac{-0,525}{0,475} = -1,10$$

3) A física é uma ciência experimental ou exata?

A física é uma experimental, pois se baseia na observação para descrever e interpretar a natureza tal como foi realizado nos itens anteriores. As ciências exatas consistem em apenas fazer cálculos onde não são realizados nem um tipo de verificação para conferir se os resultados obtidos no papel seriam iguais aos obtidos na natureza.

Após ler os relatórios finalizamos o processo enviando o seguinte e-mail para os alunos:



5) Idéias para o futuro:

5.1) Os suportes para as lentes e para o anteparo ficaram feios devido aos incidentes de quebra de equipamentos. Precisamos retomar a idéia dos suportes com polipropileno ou, talvez, fazê-los com madeira;

5.2) Precisamos suspender a fonte de modo que deixemos seu eixo ao longo do eixo das lentes. Esquecemos disto.

5.3) O trilho óptico pode ser usado para estudar o comportamento de uma sistema óptico com duas lentes, por exemplo. Gostaríamos de explorar esta possibilidade;

5.4) Os alunos precisam melhorar sua capacidade de exposição de resultados. Seus relatórios são muito confusos e esteticamente ruins para ler.

5.5) Percebemos que o cabo que leva energia para a lâmpada ficou curto. Além do que tivemos uma idéia: no lugar de um cabo fico à base, pensamos em colocar na base uma tomada, de modo a conectar o cabo sempre que o aparato for utilizado. A vantagem disto é que o cabo elétrico não ficaria pendendo do TRILHO, e portanto seria mais fácil para guardá-lo e transportá-lo!

6) Agradecimentos:

À **Juliana Miyoshi**, bacharel em Física pela UNICAMP e doutorando em engenharia Elétrica pela UNICAMP, por dispor de seu tempo para nos orientar;

Ao Professor **Marcelo Teixeira** (que aparece tantas vezes nas fotos), professor de Física do **Anglo-Campinas**, e conhecido entre seus pares nas nove unidades do Anglo como “Professor Parda” devido à sua persistência em introduzir atividades experimentais em nossos Cursos de Física. Agradecemos a ele por dispor de seu tempo, por oferecer sua oficina e, especialmente, por compartilhar sua Paixão em ensinar Física como Ciência Experimental.

À **Patrícia**, ao **Heitor** e à **Helena**, família do Professor Teixeira por nos permitir estar em sua casa, mesmo com a filhinha Helena recém-nascida.

Ao nosso aluno de PRIMEIRA série do Anglo Amparo, **Orlando Neto**, por nos ter cedido graciosamente as lentes utilizadas neste Experimento.

À **Simone Mitsumori**, arquiteta e amiga, por ter feito as ilustrações do TRILHO ÓPTICO para este relatório.

Aos **alunos** da **PRIMEIRA SÉRIE** do Anglo Amparo que usaram pela primeira vez nosso TRILHO ÓPTICO.