



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física

Montagem da caixa relativística

Artur Alberto Gomes Neto

Hercílio Pereira Cordova

Carlos Augusto Domingues Zarro

Material instrucional associado à dissertação de mestrado de Artur Alberto Gomes Neto, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Rio de Janeiro
Janeiro de 2020

Neste material instrucional, indicaremos como realizar a montagem da caixa relativística (vide figura 1). Começaremos com o material necessário, depois apresentaremos a montagem em si do experimento e terminaremos com a indicação dos botões e comandos da caixa relativística.

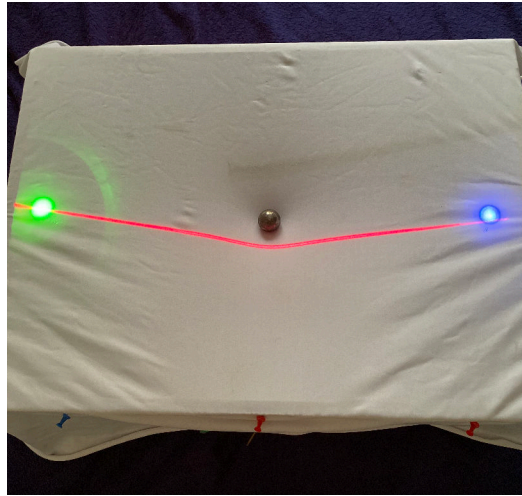


Figura 1. Caixa Relativística. Figura própria.

Capítulo 1

Construção e Montagem

Para a construção do experimento, foram utilizados os seguintes materiais:

- Duas placas de madeira com 41cm x 19cm;
- Duas placas de madeira com 55cm x 19cm;
- Uma placa de madeira com 55cm x 10cm;
- Quatro sólidos de madeira com 6cm x 6cm x 12cm;
- Um tecido de poliéster com 70cm x 55cm;
- Uma placa de cortiça com 10cm x 192cm;
- Três LEDs de 5mm com cores distintas para ajudar na diferenciação;
- Uma lâmpada LED 10mm;
- Dois lasers linha de 650nm com 5mW;
- Dois lasers pontuais de 650nm com 5mW;

- Uma ponteira pontilhada para laser ponto;
- Uma bola de isopor com raio de 1,5cm;
- Uma bilha de metal com raio de 1,5cm;
- Uma caixa de tachinhas;
- Dois metros de fio de diâmetro 0,5mm;
- Um potenciômetro;
- Cinco botões/interruptores;
- Fio de arame 50cm;
- Suporte para duas pilhas AA;
- Nove placas de metal retangulares com 6 cm x 2 cm para fixar os LEDs e lasers;
- Uma placa de metal, circular, com raio de 4 cm, para servir como obstáculo do LED central;
- Vinte e cinco parafusos para prender os suportes feitos com as placas de metal;
- Uma dobradiça de metal com 6 cm x 4 cm;

A estrutura foi montada em formato retangular, utilizando as placas de madeira e a cortiça por toda a volta. Na parte inferior, centralizada, foi colocada uma base, também de madeira, que será utilizada como apoio para a lâmpada Led 10mm . Os sólidos foram utilizados como os pés do produto, dispostos nos vértices do retângulo (figuras 2 (a), 2 (b), 3 (a), 3 (b) e 4):

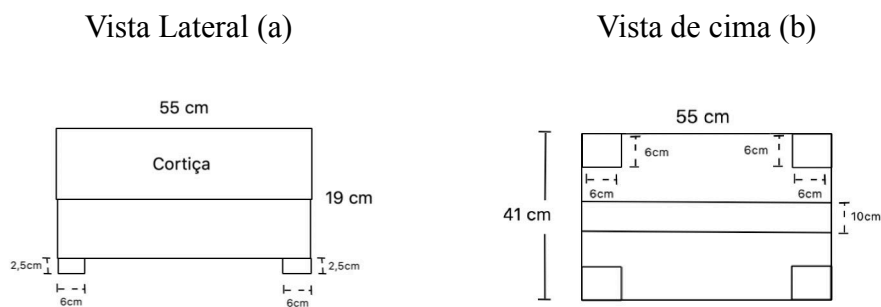


Figura 2. Esboço em papel para a construção. (a) Vista lateral; (b) Vista de cima. Figura própria.



Figura 3. Produto já construído. (a) Vista Lateral; (b) Vista de cima. Figura própria.

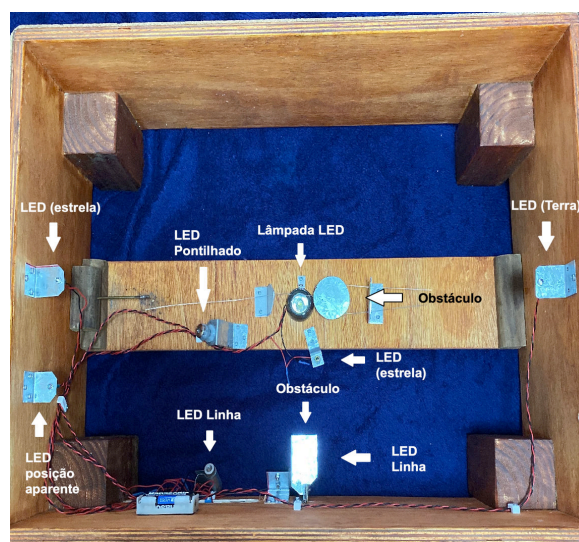


Figura 4. Caixa Relativística e seus componentes. Figura própria.

As cortiças serão utilizadas para fixar as tachinhas e com isso prender o tecido sobre a caixa. Os LEDs foram presos através de pequenas estruturas metálicas aparafusadas na caixa. Os fios conectam os LEDs aos botões e esses ao suporte de pilhas. O obstáculo circular é movido através de um arame e será utilizado para bloquear a lâmpada LED, mostrado nas figuras 6 e 7. O LED que representa a estrela e o LED que representa a Terra são presos nas laterais de madeira, um oposto ao outro. O LED que representa a posição aparente precisa ser colocado ao lado do LED (estrela) e mais próximo dos dois lasers linha. (figura 4). Os dois Lasers linha representam o raio de luz vindo da estrela e o raio de luz vindo da posição aparente, respectivamente. Ambos são colocados presos a

uma das laterais de madeira e com um ângulo de aproximadamente 60° em relação a horizontal. (Figura 5).



Figura 5. Os Lasers linha presos a lateral da caixa de madeira com um ângulo de aproximadamente 60° com a horizontal. Figura própria.

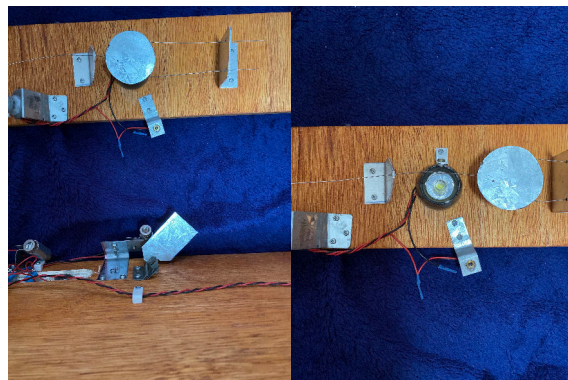


Figura 6. Obstáculo de metal utilizado para tampar o LED central. Figura própria.

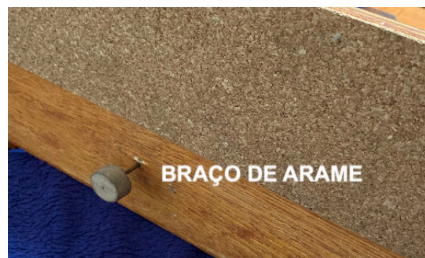


Figura 7. Braço de arame utilizado para mover o obstáculo de metal. Figura própria.

Em um laser pontual será utilizado a ponteira pontilhada que representará as possíveis posições aparentes da estrela. Ele deve ser fixado na placa de madeira central, voltado para o LED

(estrela) e o LED (posição aparente), com o cuidado de coloca-lo em uma posição, tal que seu pontilhado, quando aceso, ligue os dois LEDs (estrela e posição aparente). Vide figura 8.

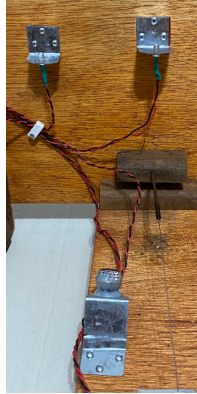


Figura 8. O laser pontual, preso a placa de madeira central, direcionado para os LEDs que representam a estrela e sua posição aparente. Foto própria.

Uma placa retangular será presa a um arame de 8 cm e fará o papel de obstáculo para o laser linha que representa o raio de luz vindo da estrela. Esse obstáculo deve ser preso à dobradiça, que com o auxílio do arame se movimentará, “escondendo” o raio luminoso (figura 9).

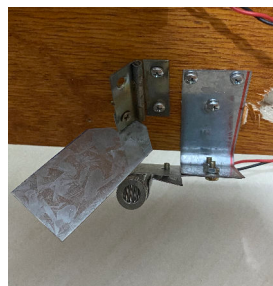


Figura 9. Obstáculo retangular para o laser linha preso a uma dobradiça. Foto própria.

O potenciômetro (representado na figura 11) será ligado a um laser pontual (figura10). Sua utilização é devido à luz externa do ambiente, possibilitando que a caixa relativística possa ser levada a diferentes ambientes, como ao ar livre ou para uma sala de aula, demonstrando bastante flexibilização. Quanto mais escuro for o recinto em que o produto estará sendo utilizado, menor deverá ser a intensidade do laser ponto, pois o intuito é que seu brilho não seja percebido enquanto o LED central esteja aceso. É importante frisarmos que o potenciômetro não deve ser alterado

durante a apresentação do experimento, sua calibração deve ser realizada anteriormente. Este laser representa a estrela distante, durante o eclipse. Veja o resultado obtido nas figuras 11 e 12.

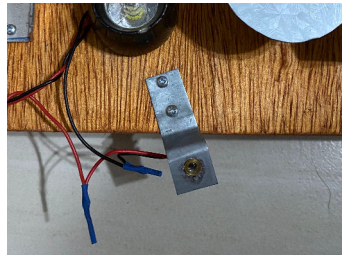


Figura 10. O laser pontual faz o papel da estrela durante a simulação do eclipse e deve ser preso próximo ao LED central. Figura própria.

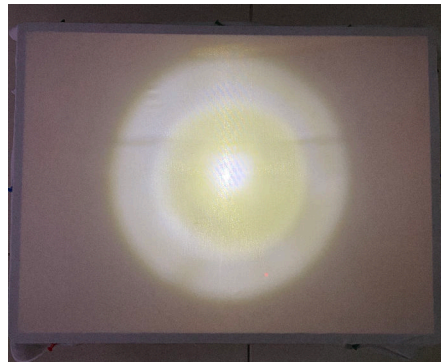


Figura 11. O LED central fazendo o papel do Sol. Perceba o LED vermelho na parte inferior do brilho, quase indetectável. Figura própria



Figura 12. Agora com o Sol (LED central) ofuscado pela Lua (Obstáculo de metal), o brilho da estrela se torna completamente visível. Figura própria

As cores escolhidas para os LEDs e lasers são com o intuito de destacar e diferenciar cada componente do produto. Elas não representam uma descrição fiel da composição de cada estrela ou dos seus raios luminosos emitidos. É fundamental que o mediador explique que (i) o planeta Terra não emite luz própria, sua representação por um LED azul é meramente ilustrativa; (ii) o LED verde para estrela em sua posição real e amarelo em sua posição aparente, representam a mesma estrela e a sua “cor” não necessariamente muda (embora exista o fenômeno do desvio para o vermelho (*redshift*) quando ocorre o desvio luminoso, esse tópico não será abordado por nossas atividades); (iii) o raio luminoso emitido pela estrela não é obrigatoriamente vermelho, essa escolha foi simplesmente pela maior facilidade de encontrar lasers com esse comprimento de onda.

Para a construção da caixa relativística, incluindo todos os componentes citados, foram gastos aproximadamente R\$ 207,00 (duzentos e sete reais).

Capítulo 2

Comandos

A central de comandos do produto possui 5 botões (chaves), um potenciômetro e um braço metálico, como podemos ver na figura 13.

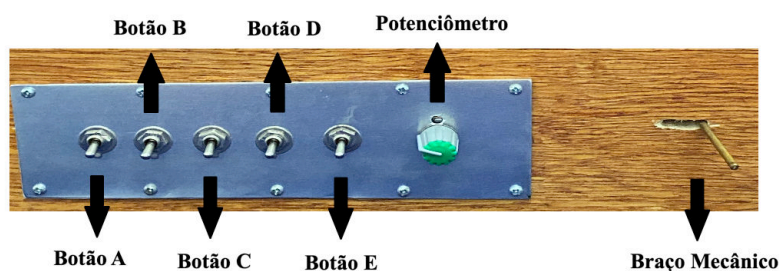


Figura 13. Central de comando da caixa relativística. Figura própria.

Botão A - Liga e desliga os LEDs azul (que representa a Terra) e verde (que representa a estrela).

Botão B - Liga e desliga o laser linha que representa o raio de luz vindo da estrela.

Botão C - Liga e desliga o laser pontilhado que representa as possíveis posições da estrela aparente.

Botão D - Liga e desliga o laser linha que representa o raio de luz vindo da posição aparente da estrela.

Botão E - Liga e desliga o LED que representa o Sol.

Potenciômetro - Aumenta e diminui a intensidade do laser ponto, representa a estrela durante o Eclipse Solar.

Braço mecânico - Utilizado para tampar o laser linha e controlar o raio de luz vindo da estrela.

Braço de arame - Localizado na lateral da caixa, quando puxado move o obstáculo sobre a lâmpada LED.