

# CONSTRUÇÃO DE UMA LUNETAS COM LENTE DE ÓCULOS

## 1) Apresentação do Projeto

---

Este projeto apresenta uma sugestão de como construir uma luneta astronômica utilizando apenas materiais facilmente disponíveis no comércio, de baixo custo e de fácil montagem. No lugar da lente objetiva usa-se uma lente de óculos de um grau positivo e no lugar da lente ocular usa-se um monóculo da fotografia. Os encaixes são feitos com tubos e conexões de PVC.

Apesar de se usar materiais rudimentares, os resultados são satisfatórios. As crateras lunares são facilmente observadas, assim como seu relevo, principalmente nas luas crescentes e minguantes.

A pessoa que constrói um experimento didático terá:

1º) A satisfação de ter construído algo, um sentimento que só quem construiu sente;

2º) A oportunidade de ver, pelo menos, as crateras lunares, oportunidade essa que poucos professores têm;

3º) Com esta modesta luneta, de fabricação própria, a pessoa permitirá que seus familiares, amigos e vizinhos olhem através dela;

Várias sugestões são dadas no final do projeto.

## 2) Levantamento de Dados e Realização do Projeto

---

A luneta é constituída de duas lentes convergentes, que colocadas uma na frente da outra, separadas por uma certa distância, faz com que objetos distantes sejam vistos como próximos. Na frase anterior está toda a teoria da luneta, mas não tem nada que torne simples sua construção. Por isso, abaixo, damos um procedimento que torna simples sua confecção. Procuramos construí-la com os materiais mais comumente disponíveis no comércio, mas isso não impede que se faça alterações em sua montagem, isto depende apenas das disponibilidades e criatividade de cada um.

Os materiais críticos para a construção da luneta são as lentes, as quais são difíceis de se encontrar e de preços elevados, por isso vamos usar lente de óculos no lugar da lente objetiva (aquela que fica na frente da luneta e através da qual entra a luz do objeto estudado, a Lua, por exemplo).

A lente de óculos é adquirida na ótica (lojas que vendem e montam óculos). Para comprá-la você terá que explicar que a lente será usada na construção de uma luneta astronômica, senão o vendedor irá pedir a "receita" do oftalmologista. Toda a lente tem uma distância focal ( $f$ ) que é a distância entre a lente e o ponto para o qual converge a luz do Sol, por exemplo, quando você segura a lente sob o Sol (com o lado convexo voltado para o Sol) e projeta sua luz num ponto de luz intensa (geralmente tentando queimar um pedaço de papel). Só que o vendedor não vende a lente pela sua distância focal e sim pelo "grau" da lente. Mas não há problema, pois se você quiser lente de 1 m de distância focal, peça a lente de 1 grau, se quiser lente de 0,5 m de distância focal, peça lente de 2 graus e se quiser lente de 0,25 m de distância focal, peça lente de 4 graus, ou seja, a distância focal (em metros) é o inverso do "grau", o qual tem que ser positivo e a lente incolor.

Neste projeto vamos sugerir que você compre uma lente de 1 grau. portanto, a distância focal é de 1 metro. Quanto ao diâmetro da lente, peça o menor que tiver, geralmente é 60 mm ou 65 mm, pois você vai pedir para o vendedor reduzir o diâmetro para 50 mm. Como é lente para luneta, ela deve ser incolor, de 1 grau positivo (pois é para ver longe). Existem também lentes cilíndricas, mas estas, não são apropriadas, peça lentes esféricas.

Quando for comprar a lente, leve junto uma luva simples branca de tubo de esgoto (conexão de PVC) de 2" (duas polegadas, que é equivalente a 50 mm), veja o item A da figura 1. Solicite ao vendedor para ele reduzir o diâmetro da lente para 50 mm, para que ela se encaixe dentro da luva.

A segunda lente da luneta é chamada de ocular; é aquela que fica atrás da luneta, onde você posiciona seu olho. Esta lente geralmente é pequena, cerca de 10 a 20 mm de diâmetro, porque sua distância focal é pequena (20 a 50 mm). Esta lente que deve ser convergente (biconvexa ou plano convexa), também é difícil de ser encontrada. Para substituí-la vamos usar a lente contida nos monóculos de fotografias; peça de letra J na figura 1.

Estes monóculos são vendidos em lojas de materiais fotográficos. Existem em várias cores, mas não importa a cor, porque você vai precisar revestir as paredes internas do monóculo (ou porta-retrato) com papel preto ou cartolina preta. Quanto às dimensões do monóculo, ele é do tipo pequeno, isto é, a lente tem diâmetro de 11 mm, a distância focal é de 40 mm, o comprimento do monóculo é de 40 mm e a abertura dele (local onde fica a tampa com a foto) é um retângulo de 18x24 mm. O monóculo tem uma pequena alça, pela qual costuma-se pendurá-lo num chaveiro, a qual deve ser removida lixando-se esta alça com uma lixa qualquer (serve até lixa de unha), ou numa superfície áspera qualquer.

Compre uma bucha de redução curta marrom de 40 x 32 mm (conexão de PVC facilmente encontrada em casas de materiais hidráulicos ou de materiais para construção). Depois de revestidas as paredes internas do monóculo com o papel preto e retirada a sua "alça", é só encaixar o monóculo dentro da bucha de redução curta marrom (peça de letra I I' da figura 1). Introduza a extremidade retangular (onde ficava a tampa dele) do monóculo, dentro da bucha de redução. O monóculo se encaixa perfeitamente dentro dessa bucha. Para preencher os espaços laterais entre o monóculo e a bucha, use durepox ou massa de modelar, ou argila, ou simplesmente papel amassado, para que o monóculo fique preso e não passe luz pelos espaços entre a bucha e o monóculo.

Com a lente de óculos no lugar da lente objetiva e a lente do monóculo no lugar da lente ocular, estão improvisadas as partes mais difíceis de serem conseguidas da luneta, agora é só questão de encaixá-las nas extremidades de dois tubos que corram um dentro do outro.

Lista de materiais para a construção da luneta.

Letra	Quantidade	Descrição dos materiais
A	1	luva simples branca de esgoto de 50 mm (ou 2" - duas polegadas)
B	1	lente esférica incolor de óculos de 1 grau positivo
C	1	disco de cartolina preta (ou papel preto) de 50 mm de diâmetro, com furo interno de 20 mm de diâmetro
DE	70 cm	tubo branco de esgoto de 50 mm de diâmetro (ou 2").
FG	70 cm	tubo branco de esgoto de 40 mm (ou 1 1/2")
H	1	luva simples branca de esgoto de 40 mm ( ou 1 1/2")
I I'	1	bucha de redução curta marrom de 40 x 32 mm
J	2	monóculos de fotografia
L	1	plug branco de esgoto de 50 mm ( ou 2" )
	1	lata de tinta spray preto fosco
	1	rolo de esparadrapo de aproximadamente 12 mm de largura por 4,5 m de comprimento
	1	lata pequena de vaselina em pasta
	1	caixa pequena de durepox ou similar

Pinte as paredes internas dos tubos DE e FG com tinta spray preto fosco, mas antes de pintá-las coloque um anel de esparadrapo na extremidade E da parede interna do tubo DE e outro anel de esparadrapo na extremidade externa F do tubo GF (veja a figura 1).

Depois de completada esta pintura retire os dois anéis de esparadrapo acima mencionados, pois eles estarão sujos de tinta. No lugar do anel que estava na extremidade interna E, coloque tantos anéis sobrepostos de esparadrapo quantos forem necessários para que o tubo GF possa passar pela extremidade E do tubo DE e deslizar dentro deste sem muito esforço. Se necessário, coloque vaselina sobre o último anel de esparadrapo.

No lugar do anel de esparadrapo que estava na extremidade externa F, coloque tantos anéis de esparadrapos quantos forem necessários para que o tubo GF possa deslizar dentro do tubo ED sem precisar esforço, mas sem escorregar sozinho se os tubos ficarem na vertical. Obviamente será preciso fazer a extremidade G, do tubo GF, entrar pela extremidade D, do tubo ED e sair pela extremidade E, e, então, verificar se eles deslizam suavemente sem muito esforço. Se necessário, coloque vaselina sobre o último anel de esparadrapo.

Seqüência de montagem: coloque o tubo FG dentro do tubo ED, conforme descrito no parágrafo anterior. Coloque estes tubos na vertical, com a extremidade D para cima. Sobre esta extremidade (D) coloque o disco de cartolina preta (C). A finalidade deste disco é diminuir a aberração cromática; este é o nome dado à dispersão da luz branca (separação de todas as cores) após ela passar pela lente. Sem este disco (C) nem a Lua é visível. Faça um teste. Continuando a seqüência de montagem: sobre o disco C coloque a lente (limpe-a bem) com o lado convexo para cima e, então, encaixe a luva A, conforme indicado na figura 1. É importante que o corte da extremidade D do tubo tenha sido feito perpendicularmente ao eixo do tubo DE.

O monóculo J já está encaixado na bucha marrom I I', é só encaixar a bucha na luva H e esta, por sua vez, encaixar na extremidade G do tubo GF.

Está pronta a sua luneta; para ver a vizinhança é só mirar a luneta e deslocar lentamente o tubo GF ao longo do tubo ED para obter a focalização. Também não se esqueça de que a imagem estará se formando a uns 4 ou 5 cm atrás da lente ocular, por isso não encoste seu olho na ocular (monóculo), deixe-o a uns 4 ou 5 cm atrás do monóculo.

Atenção: as peças I I', H e A devem ser encaixadas, mas de tal forma que seja possível desencaixá-las com certa facilidade, para futura limpeza das peças, por exemplo, por isso, se for necessário, é recomendável passar vaselina antes de encaixá-las. Em casos extremos use uma lixa fina para desbastar as superfícies de contato e, depois, coloque a vaselina.

Também não se espante com a imagem invertida. Lembre-se, esta é uma luneta astronômica e em astronomia, cabeça para baixo ou para cima é só uma questão de referencial.

A aproximação (ou aumento) que esta luneta proporciona é igual à razão entre a distância focal da objetiva pela distância focal da ocular, portanto:  $100 \text{ cm} / 4 \text{ cm} = 25$ .

Você gostaria de dobrar este aumento? É só encaixar mais um monóculo dentro daquele que está preso na bucha marrom. Não se esqueça de revestir as paredes internas deste monóculo com a cartolina preta. Este revestimento e a pintura dos tubos DE e FG é para evitar a reflexão da luz dentro da luneta. Agora a imagem estará se formando a uns 2 cm da lente da ocular, o que facilita a observação.

A peça L da figura 1 é um plug branco de esgoto de 2" e sua função é proteger a lente quando a luneta estiver fora de uso.

Como você rapidamente perceberá, seu braço fica cansado ao segurar a luneta e a imagem tremerá muito. Se apoiar o braço em algo facilita a observação, mas o ideal é ter um tripé; para o qual damos uma sugestão abaixo.

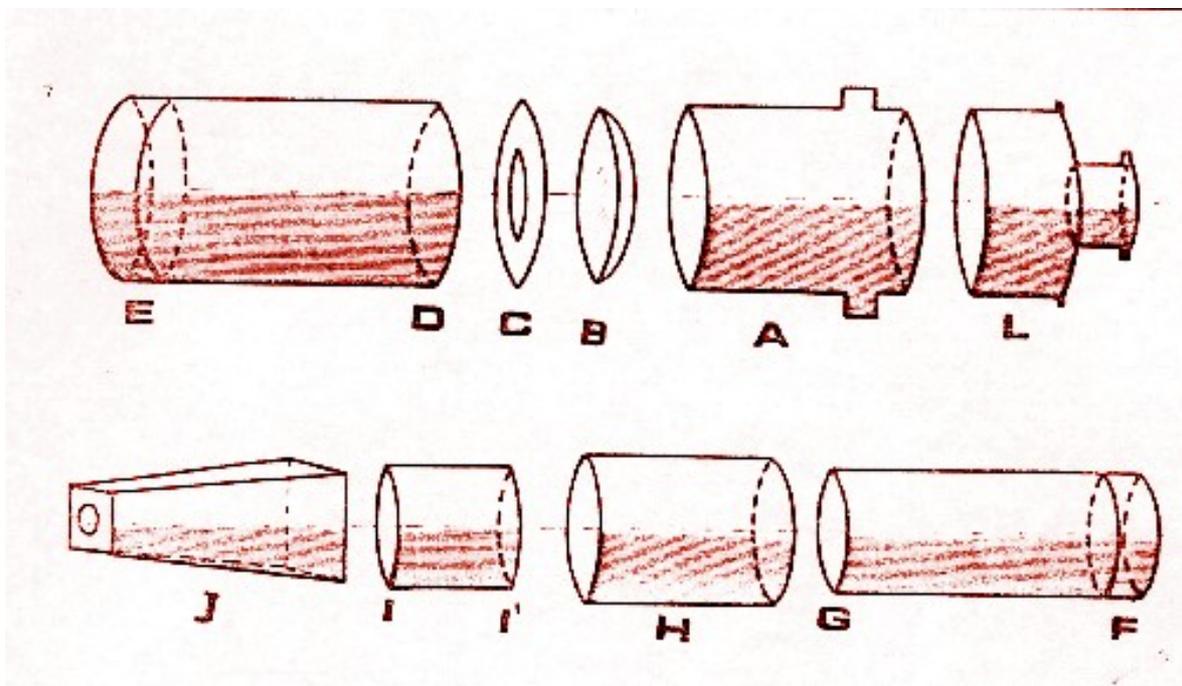


Fig. 1. Esquema explodido da luneta. L é um plug branco de esgoto de 50 mm de diâmetro, A é uma luva simples branca de esgoto de 50 mm de diâmetro, B é uma lente incolor de óculos de 1 grau positivo com 50 mm de diâmetro, C é um disco de cartolina preta com 50 mm de diâmetro e um furo interno de 20 mm de diâmetro, DE e FG são tubos brancos de esgoto de 50 mm e 40 mm de diâmetro, respectivamente, H é uma luva simples branca de esgoto de 40 mm de diâmetro, I I' é uma bucha de redução curta, marrom, de 40 X 32 mm e J é um monóculo (porta-retrato) de fotografia.

### 3) Suporte de Madeira

---

As dimensões dadas a seguir são sugestões, nada impede alterações. As letras maiúsculas usadas a seguir são referentes à figura 2. As peças A, B e L são três ripas de madeira de dimensões 1 x 4 x 40 cm; C é uma viga de madeira de 5 x 5 x 30 cm e H um cubo de madeira de lado 5 cm. As ripas A e B são fixadas na viga C conforme indica a figura 2, pelos pregos P1, P2, P3 e P4.

Os furos GF e ED são de diâmetro 5/16" (cinco dezesseis avos de polegada). A profundidade de ED deve ser de uns 5 cm e ele estar a uns 10 mm de X medido ao longo da diagonal X X' (veja Fig. 2). O furo GF é passante e centralizado no cubo. Por estes furos (GF e ED) passe uma haste com aproximadamente o mesmo diâmetro e comprimento de uns 10 cm. Pode ser, por exemplo, um parafuso de 5/16" de diâmetro, com 10 a 15 cm de comprimento e de cabeça sextavada, ou até mesmo um tubo de caneta "quilométrica" pode ser usado. O bloco cúbico H deve poder girar livremente ao redor da haste que passa pelos furos GF e ED.

No centro da ripa de madeira L faça um furo de 3/16". Por esse furo passe um parafuso do mesmo diâmetro e comprimento de 3". Este parafuso passa a ripa, entra no furo I J (também de 3/16" de diâmetro e passante), pela extremidade J, por exemplo, e sai em I, em cuja extremidade coloca-se uma porca-borboleta de 3/16". A finalidade dessa porca-borboleta é apertar ou afrouxar a ripa L contra o cubo H. Aonde vai afinal a luneta? Ela deve ser amarrada por elásticos ou tiras de borracha, ou abraçadeiras (ou barbantes) ao longo da tábua L. A luneta fica, assim, dotada de dois movimentos, : horizontal e vertical.

Para usar a luneta sobre o tripé é preciso, antes de tudo, paciência. O tripé deve estar apoiado em algo plano, de altura ligeiramente superior ao do observador; pode ser, por exemplo, um muro, uma mesa ou sobre uma cadeira que está sobre uma mesa, etc.

Também nada impede que você use uma viga C de comprimento maior que 40 cm, ou que use duas vigas C fixadas uma ao lado da outra, com vários furos Y distribuídos ao longo de seu comprimento, perpendiculares aos seus eixos maiores, tal que sua altura possa ser regulada pelo deslocamento de uma das vigas C ao longo da outra. Estas vigas C podem ser, então, fixadas por 2 parafusos que atravessem as mesmas; veja uma ilustração na figura 2.

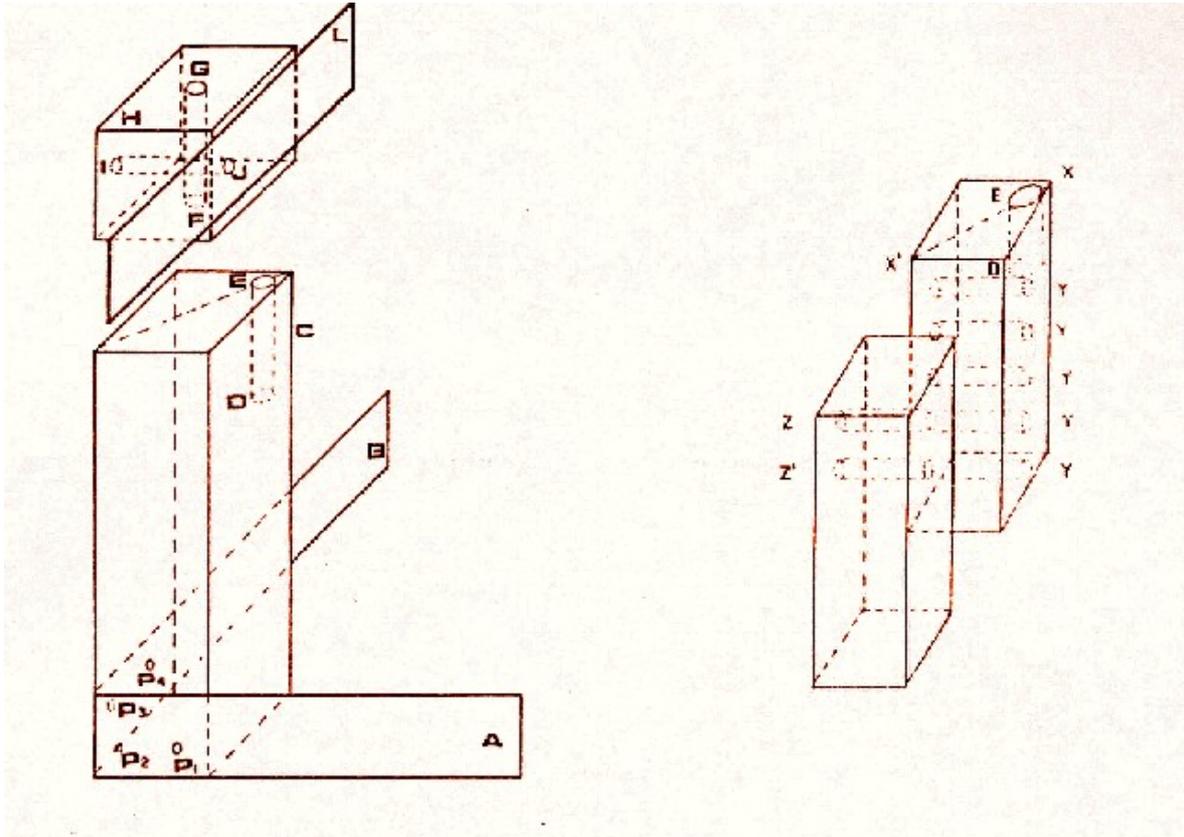


Figura 2  
Fig. da direita. Esquema fora de escala do tripé para a luneta.

Fig. da esquerda. Esquema fora da escala, de sugestão de como fazer o tripé mais alto, usando duas vigas ( C ) em paralelo, com vários furos Y, pelos quais pode-se passar 2 parafusos que também passam por Z e Z' e, assim, regular a altura do tripé.

#### 4) Suporte de PVC

MATERIAL	QTD.	UN. (R\$)	TOTAL (R\$)
Mão francesa ( 17,5 X 23 cm )	3	2,50	7,50
Parafuso 5/32" X 1/2" c/ porca/arruela	6	0,20	1,20
Parafuso 3/16" X 3" c/ porca/arruela	2	0,80	1,60
Tubo PVC 1 1/2" X 1,3 m	1	7,50	7,50
Redutor PVC 1 1/2" para 1/2"	1	3,40	3,40
Luva PVC 1 1/2"	1	2,90	2,90
Niple PVC 1/2"	3	0,60	1,80
Joelho PVC 1/2"	2	0,60	1,20
"T" PVC 1/2"	1	0,60	0,60
Tubo PVC 1/2" X 39 cm	1	3,00	3,00
Puxador p/ armário c/ porca/arruela	3	0,80	2,40
<b>Total do suporte</b>	-	-	<b>33,10</b>

\*orçamento feito na cidade de Belo Horizonte/MG. Não foi informada a data.

#### Serviços

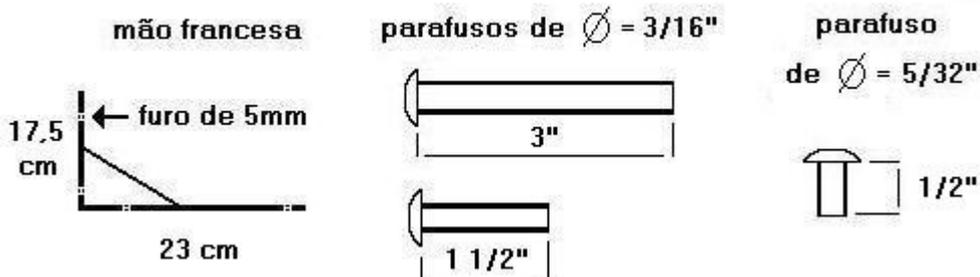
Fazer 1 rosca de 1 1/2"

Fazer 2 roscas de 1/2"

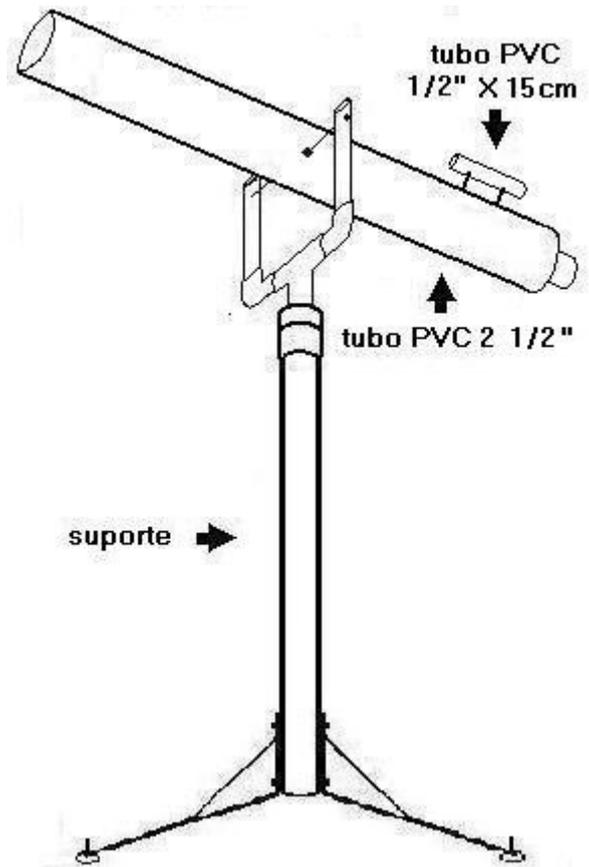
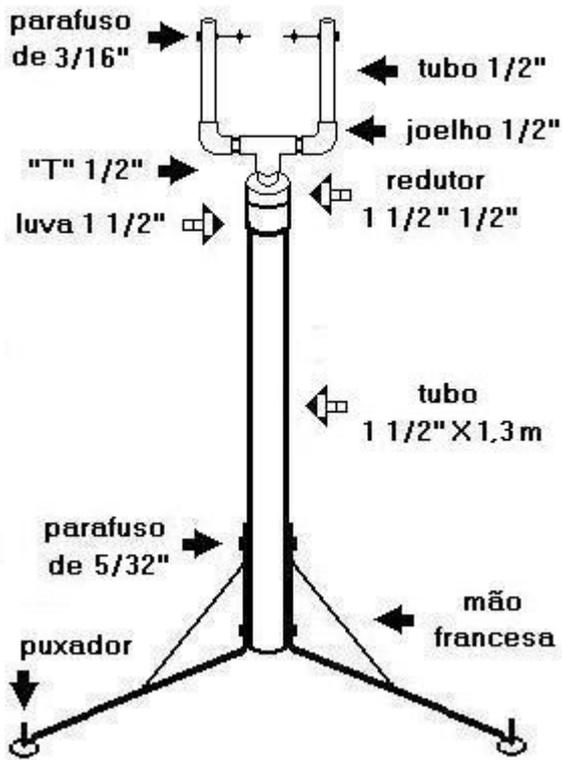
Fazer 12 furos de 5mm ( 3/16")

Cortar PVC de 1/2" em 3 partes (12+12+15)

#### Alguns Componentes



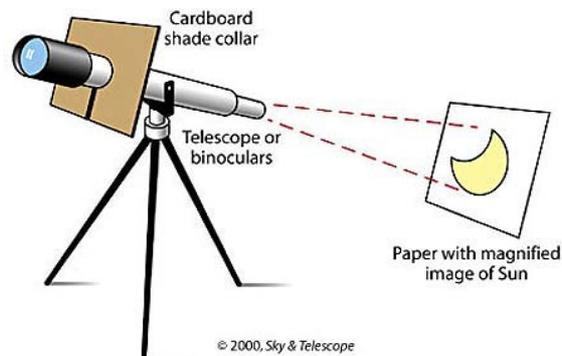
## Suporte em PVC roscável



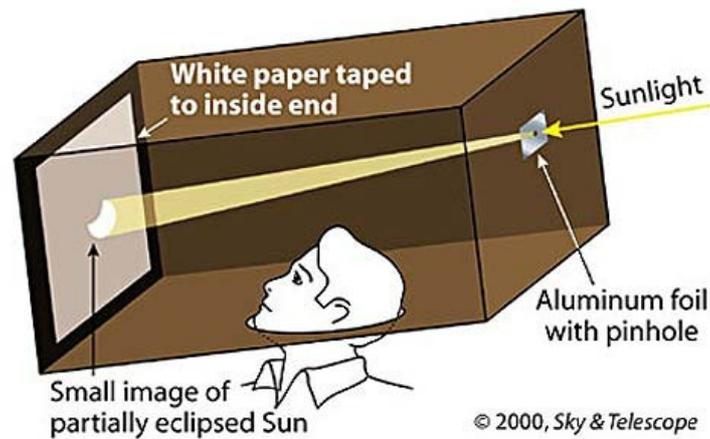
## 5) Cuidado!

**NÃO SE DEVE OLHAR O SOL COM A LUNETEA. ISSO PODE CAUSAR DANOS IRREVERSÍVEIS À VISÃO, INCLUSIVE CEGUEIRA!**

Use o seguinte recurso para observar o Sol com a luneta:



Ou ainda, sem usar a luneta:



## 6) Especificações Atuais da Luneta

---

- Lente Objetiva:

Abertura: 10mm (devido ao diafragma colocado para reduzir o diâmetro da objetiva)

Diâmetro: 50mm

Distância focal: 1000mm

- Lente Ocular:

Abertura: 7mm

Distância focal: 40mm

- Especificações:

Aumento: distância focal da objetiva / distância focal da ocular =  $1000 / 40 = 25x$

Aumento máximo útil: diâmetro da objetiva x 2,5 =  $50 \times 2,5 = 125x$

Poder Separador (resolução):  $120/\text{diâmetro da objetiva} = 120/50 = 2,4$  sec. de arco

Magnitude Limite:  $7,1 + 5(\log D) = 7,1 + 5(\log 5) = 10,1$  [D = diâmetro da objetiva em cm]

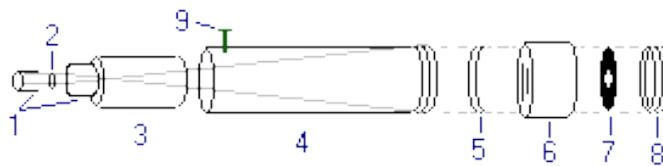
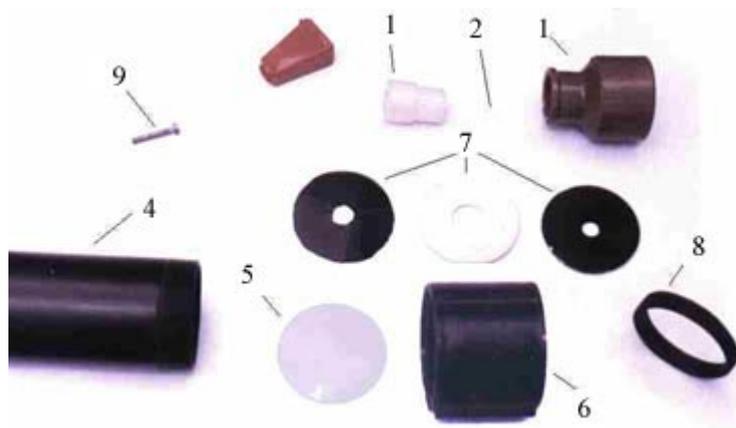
Luminosidade: distância focal da objetiva / diâmetro da objetiva =  $1000 / 50 = 20$

Campo Visual: campo da ocular / aumento = ?

## 7) Alterações

---

Baseado no texto do professor Canalle algumas alterações foram feitas de maneira a não necessitar de cola, somente com encaixes, aqui segue uma descrição dos componentes da luneta:



- |                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| 1 - encaixe da ocular              | 6 - conexão             |
| 2 - ocular                         | 7 - íris                |
| 3 - tubo movel para ajuste de foco | 8 - rosca               |
| 4 - tubo de suporte principal      | 9 - parafuso de fixação |
| 5 - lente objetiva                 |                         |

figura 1

1 - encaixe da ocular, este encaixe foi torneado em uma peça de nylon, de maneira que esta peça encaixe no tubo (3).

2 - ocular, esta foi retirada de um monóculo, esta foi encontrada em uma loja de material fotográfico, infelizmente a lente é de plástico e de baixa qualidade.

3 - tubo de PVC ( ), ele é móvel dentro do tubo (4), para ajuste de foco.

4 - suporte principal da luneta, tubo de PVC (provinil PVC rígido 2" eletroduto), tem 1 m de comprimento com rosca em uma das pontas, este tubo é adquirido em barras de 3 metros, com rosca nas duas pontas, caso seja necessário fazer rosca em um pedaço cortado, procure um encanador, eles tem os instrumentos adequados para isso.

5 - lente objetiva, esta lente foi comprada em loja de óculos, possui 1 m de distância focal (1 grau positivo), fica apoiada sobre o tubo, dentro da conexão (6), a lente que eu utilizo é orgânica (plástico), sendo que existe a de vidro, eu sugiro a de vidro, risca menos, a qualidade óptica é melhor, só que é mais fácil de quebrar.

6 - conexão, é uma conexão com rosca para o tubo de PVC, ela serve de suporte para a objetiva (5) e a íris (7).

7 - íris, como a lente objetiva é de óculos, ela é esférica e portanto causa muita aberração esférica (ondas de frequências diferentes focalizam em pontos diferentes), que somada a aberração cromática (mesmo efeito) faz com que a imagem fique irreconhecível, portanto foi colocado um disco de papel (preto) com um furo de 10 mm no centro, este limita a utilização da

lente a uma região pequena, que por isso não é tão esférica, causando menos aberrações.

8 - esta rosca é um pedaço de rosca cortado do tubo (4), ela é utilizada para fixar a objetiva (5) e a íris (7) dentro da conexão (6).

9 - parafuso de fixação, utilizado para fixar o tubo (3) quando o foco estiver ajustado.



Foto feita com a luneta:



\*A borda azul é um efeito de aberrações cromática/esférica da lente objetiva.

## 8) Troca da Lente Ocular

---

Para melhorar a qualidade da luneta, pode-se substituir a lente do monóculo por uma lente objetiva de uma máquina fotográfica (dessas máquinas comuns). É uma lente com qualidade superior a lente do monóculo e também tem uma distância focal menor, o que proporciona um maior aumento. A distância focal da lente da câmera fotográfica é de 28mm. Fazendo a relação  $d_f$  da objetiva /  $d_f$  da ocular, temos:  $1000/28=35,7x$ .

Outra alteração: Colocar no lugar da lente ocular, a lente ocular de um binóculo. Por pior que seja o binóculo, o resultado será melhor que com a lente do monóculo de fotografia.

## 9) Objetivos Futuros

---

- trocar as lentes ocular e objetiva para obter uma melhor qualidade;
- trocar a objetiva por uma lente plana composta;
- trocar a ocular por uma lente;
- criar uma rosca no tubo móvel para ajuste de foco mais preciso;
- criar um encaixe para máquina fotográfica;
- criar um sistema de posicionamento azimutal;

## 10) Conclusão e Finalização do Projeto

---

É um projeto de fácil construção e seus materiais podem ser facilmente encontrados no comércio. Com esta luneta será possível desmistificar a complexidade da construção da luneta astronômica e terá um experimento que despertará a curiosidade das pessoas para o tema de astronomia.

Esta luneta permite ver as crateras lunares e seu relevo, principalmente quando observada durante as noites de lua crescente ou minguante. As maiores luas de Júpiter também são visíveis, desde que a nossa Lua não esteja presente e se observe a partir de um local escuro. Galileu Galilei faria grandes descobertas com essa luneta.

## Informações sobre o autor do artigo

---

Projeto Base: Prof. João Batista Garcia Canalle (UERJ) - [canalle@uerj.br](mailto:canalle@uerj.br)  
Alterações: Rafael Carvalho - [rafaeldx7@gmail.com](mailto:rafaeldx7@gmail.com)