

ATIVIDADE OBSERVACIONAL

MEDINDO TAMANHOS LINEARES EM IMAGENS ASTRONÔMICAS

Dra. Cláudia Vilega Rodrigues e Dr. André Milone (INPE/MCT)

Objetivos

Acessar remotamente um telescópio óptico de pequeno porte para capturar imagens de objetos do sistema solar e aglomerados de estrelas, usando uma câmera digital astronômica, a fim de medir e comparar os tamanhos desses astros.

Justificativa

A atividade ilustra a metodologia científica por meio da coleta de dados astronômicos e da mensuração de uma quantidade física do objeto celeste observado.

Contexto e conceitos envolvidos

Propor aos estudantes realizar em grupo uma atividade didático-científica extracurricular utilizando recursos da tecnologia da informação para que eles possam assimilar conceitos físicos como distâncias e tamanhos no Universo e compará-los entre si. Uma comparação dessas grandezas em escalas do nosso cotidiano é também realizada.

Metodologia e processos

A atividade envolve a manipulação de um sistema computacional que possibilita controlar remotamente instrumentos científicos (telescópio e câmera) por meio do acesso a uma página *web* usando “login” e senha. Desse modo, é necessário um computador ligado à Internet e um navegador. Não são requeridos conhecimentos aprofundados em Astronomia ou Informática. É preciso visualizar, manipular e imprimir imagens em formato GIF (qualquer programa de visualização de imagens digitais pode ser utilizado). São utilizados também conceitos fundamentais de matemática e geometria.

Vale a pena revisar alguns conceitos antes da atividade:

- escalas e proporções (especificamente regra de três);
- notação científica;
- ângulos;
 - conversão entre graus, minutos e segundo;
 - sua interpretação em imagens.
- triângulo retângulo;
- volume de sólidos, em particular, da esfera.

Resultados esperados

O fundamental é compreender que uma observação científica é dividida em várias etapas.

- Formulação do problema e objeto de estudo: medir os tamanhos de dois objetos astrofísicos sendo um dentro do sistema solar, e outro um conjunto de estrelas.
- Programação das observações (de responsabilidade da equipe do observatório da rede Telescópios na Escola - TnE).
- Coleta dos dados: captura de imagens usando um telescópio e uma câmera astronômica controlados a distância.
- Análise dos dados: realização das medidas de tamanhos angulares e lineares.
- Confrontação dos resultados obtidos com valores esperados.
- Comparação das dimensões do aglomerado e do objeto do sistema solar.

Em resumo, propõe-se realizar a quantificação de grandezas físicas de objetos celestes de um modo contemporâneo, participativo e bastante lúdico abordando conceitos em Física, Matemática e Astronomia.

Materiais necessários:

- um computador com acesso à internet;
- programas de navegação de páginas *web*;
- programas de visualização de imagens digitais;
- uma impressora;
- uma régua milimetrada preferencialmente com subdivisões de $\frac{1}{2}$ mm (aquelas metálicas);
- uma calculadora com operações trigonométricas de preferência (a do computador serve).

Procedimento

1. Aquisição das imagens astronômicas

- a) Para iniciar a observação astronômica, acesse a página *web* do sistema de observações astronômicas pela internet do projeto TnE utilizando o endereço URL fornecido pelo observatório. Será necessário utilizar o seu nome de usuário e senha, anteriormente fornecidos pela equipe do observatório.
- b) É recomendável acessar o link ‘Bate-Papo’ para se comunicar em tempo real com a equipe do observatório e resolver dúvidas que por ventura ocorram durante a sessão remota.
- c) A partir do Menu principal, vá para a página ‘Apontar e Expor’, selecione “Planetas” e escolha o planeta que será usado na atividade e que já foi informado anteriormente pela equipe do observatório.
- d) Na página seguinte, informe o ‘Número de exposições’ como sendo 5 e o ‘Tempo de exposições’ como sendo o número de segundos fornecido de antemão pela equipe do observatório. Confira todos os valores digitados e clique em ‘Observar’.
- e) Aguarde enquanto o telescópio seja apontado e as imagens sejam feitas (isto pode durar até 2 minutos no primeiro apontamento ou caso o astro apontado esteja em direção bem distante do apontamento anterior).
- f) Após a aquisição das imagens do campo do planeta, seu acesso é automaticamente direcionado para a página ‘Arquivo das Imagens’, onde você precisa descarregar as 5 imagens feitas. Na coluna ‘Visualizar’, clique em cada um dos seus links respectivos. Cada uma das imagens em formato GIF será apresentada na janela do navegador para que você a salve em seu computador.
- g) Retorne ao ‘Menu’ do Sistema.
- h) A partir do Menu principal, vá para a página ‘Apontar e Expor’, selecione o catálogo que contém o aglomerado estelar indicado (por exemplo: Messier ou NGC) e dentro do catálogo escolha o número do aglomerado que será usado na atividade. O catálogo e o aglomerado já foram informados anteriormente pela equipe do observatório.
- i) A seguir, repita os passos d) a f) para o aglomerado.

Parabéns! Você acabou de adquirir imagens de planetas e aglomerados estelares. Elas serão utilizadas para calcularmos as dimensões desses astros. Veja abaixo exemplos de imagens obtidas anteriormente de objetos similares.

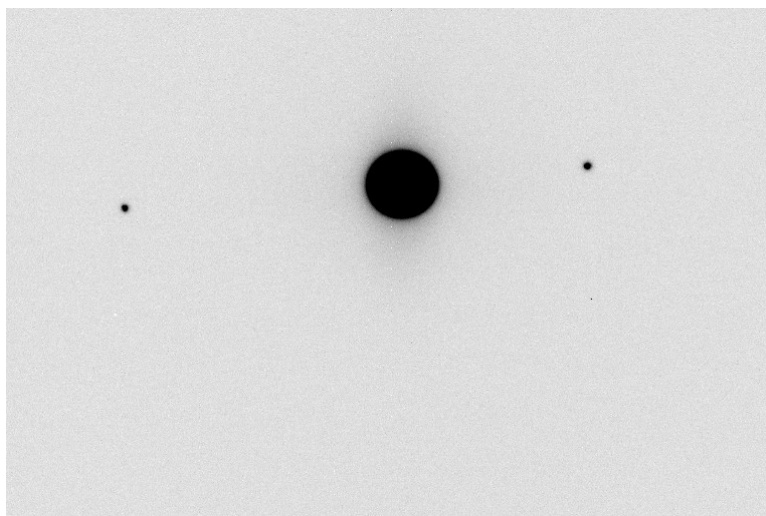


Figura 1: Imagem de Júpiter e alguns satélites obtida no Miniobservatório Astronômico do INPE.

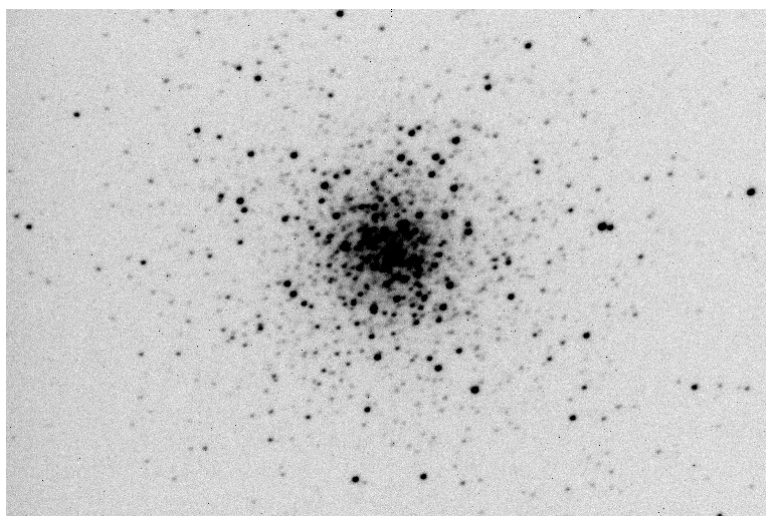


Figura 2: Imagem do aglomerado globular M3 obtida no Miniobservatório Astronômico do INPE.

2. Realização de medidas nas imagens obtidas e cálculo das dimensões

Esta parte da atividade deve ser realizada em um dia posterior à aquisição de imagens. Isto é, não se preocupe em realizá-las durante a noite de observação. Realize-as com calma em outro dia.

- a) Utilize o programa-visualizador de imagens digitais de sua preferência (sugestão: MS Photo Editor) e abra cada uma das imagens GIF de um dado objeto. Selecione a que você considera melhor utilizando critérios como nitidez e quão puntiformes aparecem as estrelas. Assim você terá escolhido uma imagem de cada objeto celeste.

b) Para cada imagem selecionada, inverta sua escala de tons de cinza para que as estrelas apareçam como pontos pretos e o fundo de céu seja branco (em negativo mesmo). Imprima-as com o mesmo tamanho.

c) Medição dos tamanhos lineares nas imagens impressas

- planetas: meça e anote o diâmetro do planeta. Alguns planetas podem ter diâmetros um pouco diferentes nas direções equatoriais e polares. Considere o maior diâmetro que deve corresponder à direção equatorial. Caso algum satélite esteja visível na imagem, anote a distância entre o centro aproximado do planeta e o satélite.
- aglomerados: anote o diâmetro do aglomerado. Vale a pena ressaltar que o diâmetro do aglomerado não é tão bem definido quanto o do planeta. A região central do aglomerado contém muita mais estrelas que as regiões externas. Assim, o limite externo do aglomerado confunde-se com as estrelas que compõe o fundo da imagem e não pertencem ao aglomerado. Sugestão: cada aluno (ou grupo, se for o caso) deve realizar a sua medida com critério próprio.
- Anote também o tamanho total da imagem na direção em que ela se apresenta maior.

Você pode agora completar a tabela abaixo com os nomes dos astros e o tamanho medido:

Tabela 1: Tamanhos em mm	
Objeto	Tamanho linear
Planeta:	Diâmetro: mm
Satélite:	Distância ao planeta: mm
Aglomerado estelar:	Diâmetro: mm
Maior lado da imagem	Tamanho da imagem: mm

d) Para podermos calcular o tamanho linear real de cada um dos objetos acima é necessário, em primeiro lugar, converter os tamanhos medidos e anotados na tabela 1 em tamanhos angulares. Para isso devemos calcular a escala angular das imagens, isto é, quantos segundos de arco temos em cada mm da imagem. (É importante que vocês discutam previamente o significado de graus, minutos e segundos do ponto de vista de uma imagem.) Inicialmente, anote a maior dimensão do campo em minutos de arco com o telescópio e instrumentação utilizados. Lembre-se que a dimensão do campo é igual a:

- 12 *minutos-de-arco* ou *arcmin* no Miniobservatório Astronômico do INPE;
- 13,2 *arcmin* no Telescópio Argus do Observatório de Valinhos da USP.

Faça agora a conversão para segundos de arco, lembrando que 1 *arcmin* equivale a 60 *arcsec*. Assim:

$$[\text{comprimento angular em arcmin}] \times 60 \text{ arcsec/arcmin} = [\text{comprimento angular em arcsec}]$$

$$\underline{\hspace{2cm}} \text{ arcmin} \times 60 \text{ arcsec/arcmin} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ arcsec} \text{ (1 casa decimal!)}$$

Sabemos agora que a largura da imagem equivale a _____ segundos de arcos. Nas suas figuras, esse tamanho angular equivale a _____ mm (veja na tabela acima o valor que você anotou). Assim, usando regra de três você pode refazer a tabela 1, convertendo os valores que estão em mm para segundos de arco. Você pode agora completar a tabela 2:

Tabela 2: Tamanhos em segundos de arco	
Objeto	Tamanho angular
Planeta:	Diâmetro: arcsec
Satélite:	Distância ao planeta: arcsec
Aglomerado estelar:	Diâmetro: arcsec

e) Determinação dos tamanhos reais dos objetos

Na figura abaixo, temos dois triângulos retângulos cujo ângulo $\theta/2$ possui o cateto adjacente de comprimento D e o cateto oposto de comprimento T/2.

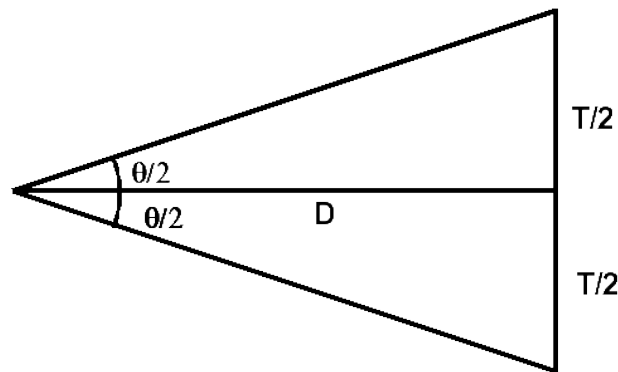


Figura 3: Triângulo isósceles compostos por dois triângulos retângulos que representa o arco de ângulo definido por um dado objeto no céu a uma distância fixa D.

Assim, temos que: $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{T/2}{D}$.

No nosso caso, podemos considerar que:

- θ é o ângulo subentendido por um dado astro;
- D é a distância a esse astro;
- T é o seu tamanho.

Assim, o comprimento T pode ser calculado se conhecermos as distâncias a cada objeto. Utilize para as distâncias os valores fornecidos pela equipe do observatório. Note que a distância entre um planeta e a Terra é muito variável, ao contrário da distância entre um planeta e o Sol, que também varia, mas em proporção muito menor. É adequado utilizar notação científica.

Tabela 3: Tamanhos em quilômetros (km)	
Objeto	Tamanho angular
Planeta:	Diâmetro: km
Satélite:	Distância ao planeta: km
Aglomerado estelar:	Diâmetro: km

Para quem já sabe o trabalhar com radianos

Note que θ é um valor muito pequeno, pois D é muito grande. Nesse caso, $\tan \theta$ pode ser aproximada pelo próprio valor de θ , desde que você use como unidade de ângulo radianos. Refaça as contas usando essa aproximação e compare seus resultados.

3. Confrontação dos resultados com o valor esperado

- a) Pesquise o tamanho dos planetas e a distância entre esses e seus satélites. Você pode ter algum material na biblioteca da sua escola com essas informações. Uma alternativa é utilizar a internet: páginas como a Wikipedia (<http://pt.wikipedia.org>) fornecem essas informações rapidamente. Se você tem algum conhecimento de inglês visite as páginas da NASA com os dados planetários (<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/planetfact.html>) Verifique se o planeta observado possui diâmetros equatorial e polar diferentes (Dica: isso é válido para Júpiter e Saturno.).
- b) Pesquise o tamanho do aglomerado estelar observado.
- c) Compare seus resultados com valores obtidos acima.
- d) Vocês tiveram alguma dificuldade em definir o diâmetro do aglomerado? Por quê?
- e) Compare seus resultados com os de seus colegas. Houve diferença? Se sim, ela foi maior no cálculo do tamanho do planeta ou do aglomerado?
- f) Qualquer medida possui um erro associado. Pense sobre as possíveis causas de erro na sua medida. Se você tivesse escolhido outra imagem para um dado objeto o valor obtido teria sido diferente? Por qual porcentagem?
- g) Calcule a média de todos os tamanhos obtidos pelos diferentes grupos ou alunos. Se houver algum resultado muito diferente do demais, desconsidere-o. A média tem um erro menor que as medidas individuais.

4. Comparação das escalas de tamanhos do aglomerado e do objeto do sistema solar

- a) Compare o tamanho do aglomerado com o planeta. Quantas vezes o diâmetro do aglomerado é maior que o do planeta?
- b) Se um planeta fosse do tamanho de cabeça de um alfinete (1mm), qual o tamanho do aglomerado?
- c) Calcule os volumes do planeta e do aglomerado. Quantos planetas cabem no aglomerado?
- d) Qual a razão entre os volumes e os diâmetros?