

AGA0299 - Atividade 4

Fotometria da galáxia NGC 4826

Preparado por Leonardo dos Santos, para disciplina AGA0299 ministrada pela Profa. Paula Coelho Maio/2016. Revisado por Sayyed Mohammad Reza Ghoreysi <smrgho@gmail.com> em Maio/2017.

Nesta atividade prática, nós vamos nos familiarizar com fotometria de abertura de galáxias utilizando o ambiente IRAF¹, com o objetivo de estudar o brilho superficial da galáxia [NGC 4826](#), popularmente conhecida como Galáxia do Olho Negro. Para tal, nós utilizamos várias tarefas do pacote `stsdas.analysis.isophote` para fazer a análise automatizada das isofotas da galáxia. Nós utilizaremos uma imagem da galáxia obtida no telescópio 0,60 m Boller & Chivens do Observatório do Pico dos Dias², no dia 6 de abril de 2016, nos filtros B, V e R, com um tempo de exposição de 1200s em cada um.

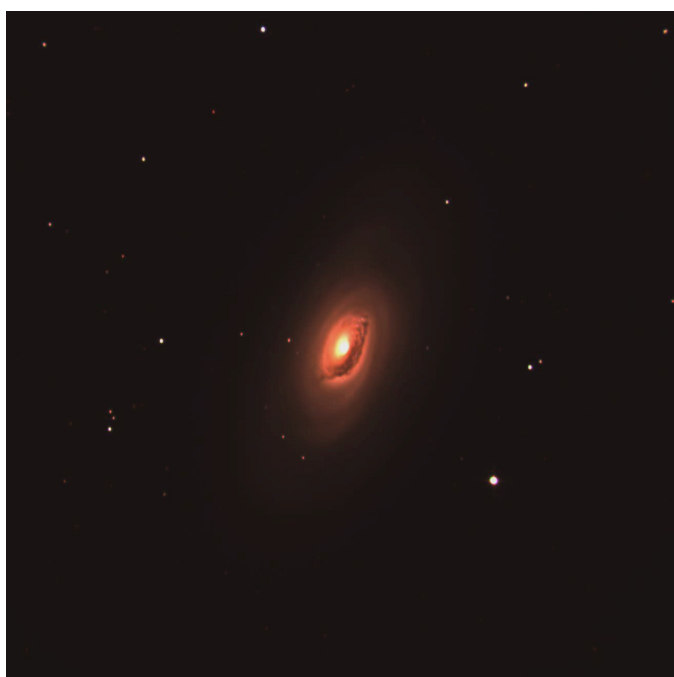


Figura 1. Imagem em cores da galáxia NGC 4826, produzida através da combinação das imagens obtidas no OPD, com cores artificiais correspondendo a azul = filtro B, verde = filtro V, vermelho = filtro R.

Você deve escolher um dos filtros B, V e R e trabalhar com ele. Note que as imagens em V e R possuem alguns defeitos próximos às bordas, mas eles não afetarão drasticamente os seus resultados. Os arquivos podem ser baixados no seguinte link (clique neles se você estiver lendo a versão digital do tutorial): https://www.dropbox.com/s/yns5coim5fppq4f/NGC4826_processed.zip?dl=0

Utilizar o IRAF pode ser um pouco complicado e é fácil empacar em algum detalhe, então fique à vontade para perguntar sobre qualquer passo.

Uma informação importante para esta atividade são as magnitudes da estrela mais brilhante e próxima à galáxia, [TYC 1455-1200](#): Bmag = **12.11**, Vmag = **11.26**, Rmag (estimada) = **10.72**. A escala de placa do detector (que relaciona o número de pixels com o ângulo no céu) é **0,68**

1 *Image Reduction and Analysis Facility*, um ambiente de redução e análise de dados astronômicos.
<http://iraf.noao.edu>

2 <http://www.lna.br/opd/opd.html>

segundos de arco por pixel. Nos passos seguintes, eu vou colocar também os valores que eu obtive quando estava montando a atividade. No meu caso, eu estava trabalhando no filtro B. Os valores que você obtiver caso trabalhe com os filtros V e R muito provavelmente serão um pouco diferentes.

ACESSANDO O IRAF

Será necessário inicializar o ambiente do IRAF na sua conta, caso nunca tenha usado. Abra um terminal e digite (o símbolo ‘>’ indica que é um comando digitado no terminal):

```
> xgterm &
```

No novo terminal que aparecer, digite:

```
> mkiraf
```

e responda as perguntas com:

```
Initialize uparm? (y/n): y
```

```
Enter terminal type: xgterm
```

em seguida, no mesmo terminal, digite:

```
> cl
```

para entrar no ambiente do IRAF.

Guia para fotometria de abertura utilizando isofotas

Nos itens seguintes, as palavras escritas com essa fonte e precedidas por \$ são comandos que você deve digitar no ambiente IRAF, e no lugar de “imagem.fits” você deve digitar o nome do arquivo da imagem. Após modificar os parâmetros de uma determinada tarefa usando o comando `epar`, você salva esses parâmetros digitando o comando `: q` (dois pontos seguidos de Q minúsculo). Procure tentar entender o que cada tarefa do IRAF faz (digite `$ help nome_da_tarefa` para ver a documentação). Você também pode procurar no Google: “`iraf nome_da_tarefa`”: o primeiro resultado normalmente contém o manual da tarefa.

1. Meça o FWHM (largura a meia altura do perfil gaussiano) das estrelas no campo. Eu obtenho, em média, cerca de 4.5 no filtro B.

```
$ imexam imagem.fits
```

Com o cursor apontando em cima de uma dada estrela, aperte a tecla R para ajustar o perfil da mesma (aparece em uma nova janela). O FWHM é medido de 3 maneiras diferentes, e seus valores são apresentados na parte inferior direita da nova janela.

2. Agora, utilizaremos o comando `phot` (e vários outros subcomandos) para fazer a fotometria da estrela TYC 1455-1200.

```
$ epar fitskypars
```

Modifique o parâmetro `annulus` para um valor de aproximadamente 3 vezes o FWHM das estrelas.

```
$ epar photpars
```

Modifique o parâmetro `aperture` para um valor de aproximadamente 3 vezes o FWHM

das estrelas.

```
$ epar datapars
```

Modifique os parâmetros `scale` (a escala de placa do detector) para 0.68 e `fwhmpsf` para o valor que você mediu do FWHM.

```
$ epar phot
```

Marque o parâmetro `interactive` como `yes`.

```
$ phot imagem.fits
```

Aponte para a estrela que queremos medir, e aperte C (para ajustar o centro dela), S (para ajustar o céu em volta dela) e O (para fazer a fotometria e criar um arquivo de output). Vai ser criado um arquivo com extensão `.mag.X` (onde X é um número) com a(s) medição(ões) que você fez. Estude esse arquivo de output e encontro o valor do fluxo medido. No filtro B, eu obtenho um valor da ordem de 10^5 .

3. Para produzir as isofotas da galáxia, nós utilizamos tarefas no pacote `stdas.analysis.isophote`.

```
$ stdas
```

```
$ isophote
```

```
$ epar geompar
```

Como as isofotas são obtidas através de um método iterativo, é necessário que você dê um chute inicial para os parâmetros da mesma. Veja na documentação da tarefa (`$ help geompar`) o que são os parâmetros `x0`, `y0`, `ellip0`, `pa0` e `sma0`, e chute valores iniciais para eles. Após isso, execute a tarefa `ellipse`.

```
$ ellipse imagem.fits output.out interactive=no
```

A tarefa talvez peça para você chutar novamente os valores de `x0` e `y0`. Ela vai produzir um arquivo chamado `output.tab` que conterà os resultados obtidos das isofotas e dos fluxos em cada uma delas.

4. (Opcional, mas recomendável) Visualize as isofotas que você obteve.

```
$ epar isoimap
```

O parâmetro `table` deve conter o nome do arquivo que você gerou no passo anterior (no caso deste tutorial, foi `output.tab`). Marque `fulltable` como `no`. `minsma`, `maxsma`, `nlevels` e `color` ficam a seu critério. Execute a tarefa:

```
$ isoimap imagem.fits
```

5. O arquivo `output.out` gerado pela tarefa `ellipse` está em formato binário. Para que você possa obter informações do mesmo, é preciso transformá-lo em um arquivo de texto. Para tal, utilizamos a tarefa `tdump`:

```
$ tdump table=output.out cdfile=cols.out  
datafile=ellipse.out
```

Esse comando produzirá 2 arquivos: `ellipse.out`, que contém a tabela com os resultados obtidos pela tarefa `ellipse`, e `cols.out`, que contém a especificação do que é cada coluna da tabela e a sua unidade. Por exemplo, a segunda linha do arquivo `cols.out` corresponde ao parâmetro `INTENS`, que, segundo o manual, é a intensidade média isofotal. Isso significa que a segunda coluna da tabela `ellipse.out` corresponde a esse parâmetro. Estude esses arquivos de output para resolver as seguintes questões.

a) Qual a magnitude da galáxia NGC 4826 (no filtro que você trabalhou) dentro do **half light radius**?

b) Qual o brilho superficial ($\text{mag}/\text{arcsec}^2$) da galáxia NGC 4826 dentro do **half light radius**?

c) Compare seus resultados com a literatura. Discuta quais as possíveis fontes de incerteza e discordância.

* Como é difícil definir as bordas de uma galáxia, em astronomia costuma-se usar o *half-light radius*, ou raio de meia-luz, que é o raio (ou o semi-eixo maior, em caso de uma elipse) que contém metade do brilho total da galáxia. Você deverá calculá-lo e provavelmente fazer uma interpolação para responder os itens *a* e *b*.

Para pesquisar outras imagens de galáxias:

<http://sky.esa.int>

http://archive.eso.org/eso/eso_archive_main.html