

# ROTEIRO PARA ATIVIDADE PRÁTICA 1B

## TOPCAT

**AGA0215 – Fundamentos de Astronomia (Noturno)**

1º semestre de 2023

### ***Professor:***

Reinaldo Santos de Lima (reinaldo.lima@iag.usp.br)

### ***Monitoras:***

Camila Naomi Koshikumo [*Estágio em Docência*] (camila.koshikumo@usp.br),

Larissa Ribeiro Magalhães (larissa.magalhaes@usp.br).

***Determinação da distância das Plêiades utilizando o TOPCAT:*** Roteiro original de Mark Taylor, adaptado por Francisco Jiménez-Esteban & Belén López Martí para a escola do Observatório Virtual Espanhol (SVO) para a Sociedade Astronômica Brasileira (SAB)

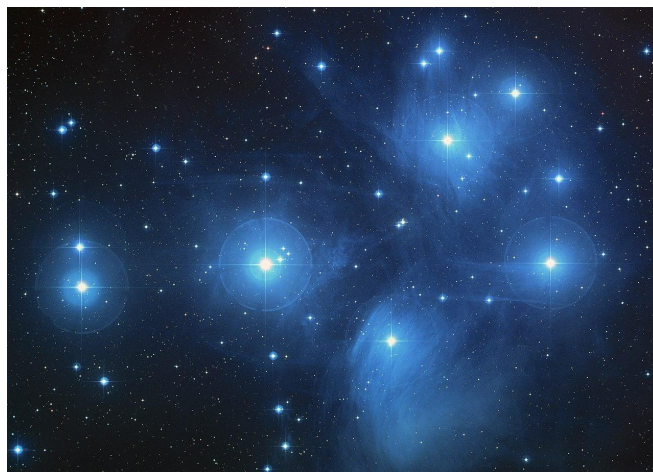
TOPCAT = Tool for Operations on Catalogues And Tables

Download e instalação: <https://www.g-vo.org/topcat/topcat/#install>

topcat-full.jar (36.4M) - standard version

### **CASO CIENTÍFICO**

Usaremos dados do catálogo da Tycho-Gaia Astrometric Solution (TGAS) para determinar a paralaxe média das estrelas do aglomerado aberto das Plêiades e obter a sua distância.



## BASE CIENTÍFICA

As estrelas não se formam isoladas no espaço. Elas se formam em grandes grupos da mesma nuvem interestelar, que nós chamamos de aglomerados de estrelas. Assim, aglomerados estelares são grandes grupos de estrelas que têm a mesma idade, similar abundância química, e que mantêm a mesma cinemática que a nuvem interestelar mãe. As Plêiades (M45) é um dos aglomerados estelares mais próximos da Terra, é visível a olho nu e contém milhares de estrelas. Em breve vamos estudar mais sobre este assunto.

## SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

### Passo 0: Abrir o TOPCAT

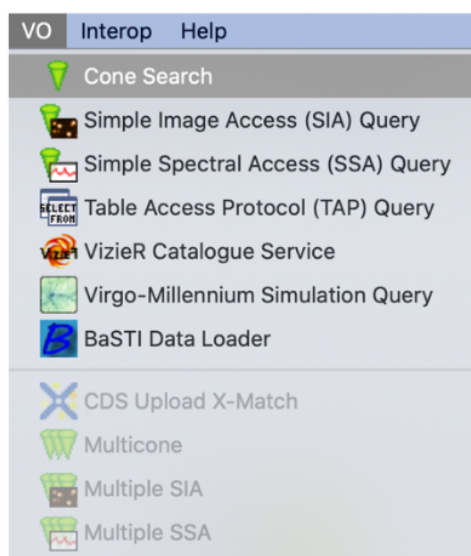


### Passo 1: Explorar a ferramenta

Vamos começar carregando os dados TGAS na região das Plêiades.

TGAS é a primeira solução astrométrica de céu completo usando dados do Gaia.

**1.1** No menu principal do TOPCAT, siga: **VO** ⇒ **Cone Search** [Pesquisa de cone].



**1.2** A janela *Cone Search* [Pesquisa de cone] é aberta.

Na caixa *Available Cone Services* [Serviços de cone disponíveis] nesta janela:

- No campo *Keywords* [Palavras-chave], insira: **TGAS**;
- Clique em *Find services* [Encontrar serviços].

**1.3** Quando a lista de serviços for exibida, selecione **ARI-Gaia**.

A URL parcial do serviço aparece no campo *Cone URL* [URL do cone] na caixa *Cone Parameters* [Parâmetros do cone].




**1.4** Na caixa *Cone Parameters* [Parâmetros do cone]:

- No campo *Object Name* [nome do objeto] digite: **Pleiades**
- Clique em *Resolve* [Resolver] para preencher os campos de posição do céu.
- No campo *Radius* [raio] defina o raio para **5 *degrees*** [graus].

e clique em **OK**.

**Cone Search**

**Window Columns Registry Interop Help**

---

**Available Cone Services**

Registry:

Keywords:

Match Fields: ☒ Short Name ☒ Title ☒ Subjects ☒ ID ☒ Publisher ☐ Description

☒ Accept Resource Lists

Δ Short Name	Title	
ARI-Gaia	ARI's Cone Search Service for TGAS	TGAS
GAIA DR1 TGAS	Gaia DR1 TGAS at ESA	Gaia, DR1, TGAS, ESA, Arch
Gaia-TGAS	Tycho-Gaia Astrometric Solution (TGAS) Source Table	sky survey
II/354	HIP and TGAS stars reddening and extinction	Extinction, Interstellar med
J/A+A/605/A79	TGAS Cepheids and RR Lyrae stars	Optical astronomy, Trigon
J/A+A/609/A116	Low extinction TGAS HR Catalogue	Infrared photometry, Phot
J/A+A/615/A12	24 nearby open clusters TGAS and HSOY reanalysis	Proper motions, Open star

AccessURL	Description	Version
<a href="https://gaia.ari.uni-heidelberg.d...">https://gaia.ari.uni-heidelberg.d...</a>		

**Resource Count: 12**

---

**Cone Parameters**

Cone URL:

Object Name:

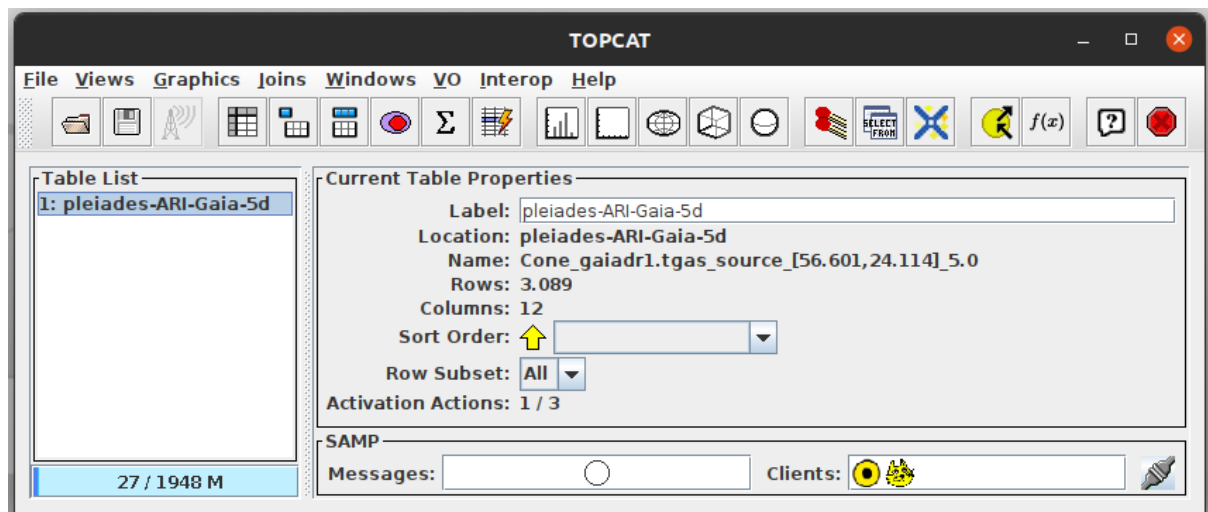
RA:   (J2000) ☒ Accept Sky Positions

Dec:   (J2000)

Radius:

Verbosity:

1.5 Uma tabela com 3,089 entradas chamada *Pleiades-ARI-GAIA-5d* é carregada na caixa *Table list* [lista de tabelas] da janela principal do TOPCAT.



**PARA O RELATÓRIO:** Faça uma captura da tela do computador para mostrar que você completou o passo 1.

**PASSO 2:** Selecionar as fontes comóveis (que se movem juntas)

Agora vamos explorar o diagrama de movimento próprio desta região do céu para separar os prováveis membros das Plêiades no campo das estrelas.

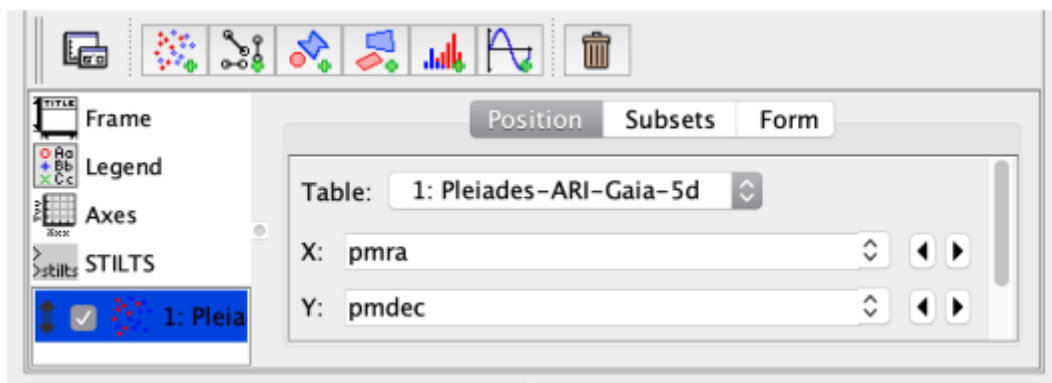
**2.1** No menu principal do TOPCAT, siga: **Graphics** ⇒ **Plane plot**

(Alternativamente: Clique no botão *Plane plotting window* [janela de plot plano] do painel superior na janela principal).



**2.2** Na janela *Plane Plot*, vá para a caixa *Position* [posição] na parte inferior da janela e selecione as colunas a serem plotadas:

- X: **pmra** - *proper motion de RA* [movimento próprio de RA]
- Y: **pmdec** - *proper motion de DEC* [movimento próprio de DEC]



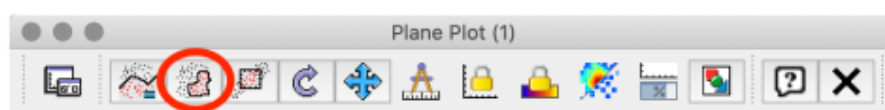
2.3 No gráfico, observe a densidade em torno de (20,−45).

Use o mouse para navegar.

2.4 Selecione graficamente estes objetos comoventes como um novo subconjunto:

→ Na janela principal do TOPCAT, siga: **Subsets** ⇨ **Draw Blob Subset**

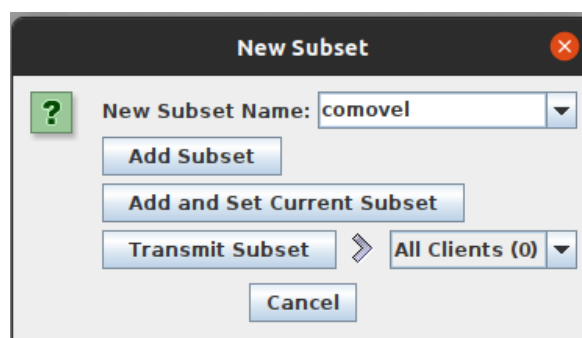
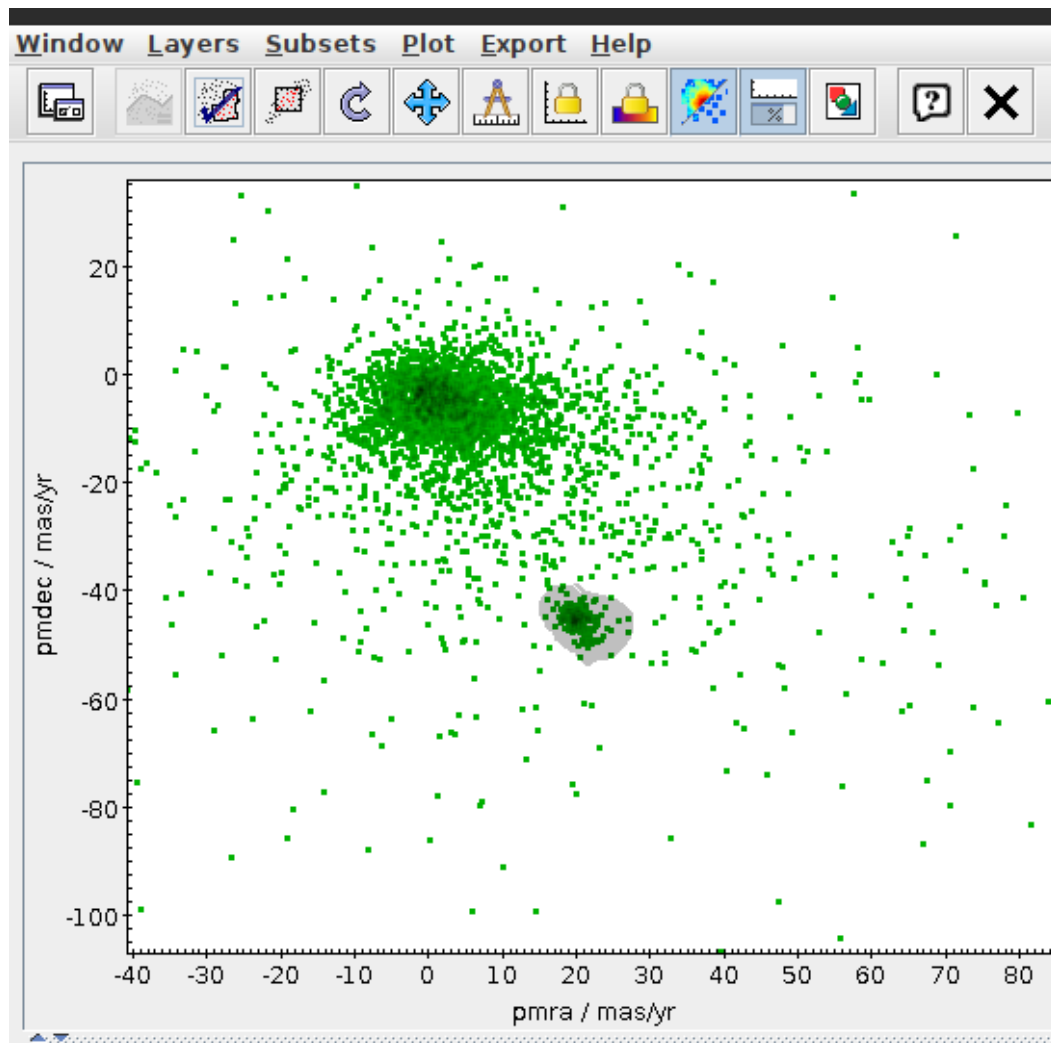
(Alternativamente: Clique no botão Desenhar Região à Mão Livre na parte superior da janela *Plane Plot*).



→ Arraste o mouse ao redor do *cluster* no gráfico e clique no mesmo botão novamente. A janela *New subset* [novo subconjunto] aparece.

→ Na janela *New subset*, insira o Nome do Novo Subconjunto: **comovel**.

→ Clique em *Add Subset* [Adicionar subconjunto].



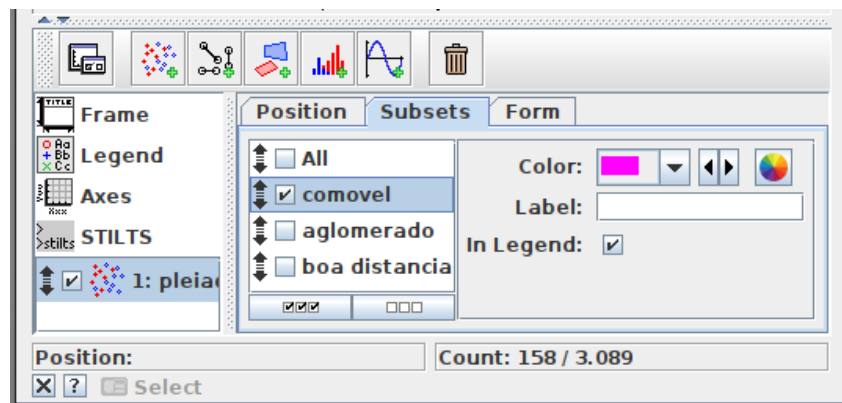
2.5 Vá para a aba *Subsets* na parte inferior da janela *Plane Plot*.

→ Desligue “All” [tudo] e ligue “comovel”.

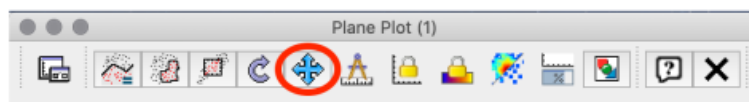
Apenas o subconjunto “comovel” será exibido.

Extra:

- ★ Você pode alterar a cor do subconjunto em *Subsets* ⇨ *Color*;
- ★ Você pode alterar o tipo de pontos e tamanhos exibidos em *Subsets* ⇨ *Form*.



**2.6** Clique no botão *Rescale Plot* [reescalar plot] na parte superior da janela *Plane Plot* para redimensionar o gráfico.



**PARA O RELATÓRIO:** Faça uma captura de tela da janela *Plane Plot* para mostrar que você completou o passo 2.

### **PASSO 3:** Identificar os membros das Plêiades

Usaremos a paralaxe para refinar a seleção e identificar os membros das Plêiades.

#### **3.1** No menu principal do TOPCAT, siga: **Graphics** ⇨ **Histogram Plot**

(Alternativamente: Clique no botão Histograma do painel superior na janela principal).



**3.2** Na janela *Histogram Plot*, vá para a aba *Position* [posição] na parte inferior da janela e selecione a coluna a ser plotada:



→ X: **parallax**

3.3 Vá para a aba *Subsets* na parte inferior da janela *Histogram Plot*.

→ Desligue “All” [tudo] e ligue “comovel”.

Apenas o histograma do subconjunto “comovel” será exibido.

3.4 Clique no botão *Rescale Plot* [reescalar plot] na parte superior da janela *Histogram Plot* para redimensionar o gráfico.

Existem alguns *outliers* visíveis, provavelmente não membros do cluster. Queremos criar um novo subconjunto excluindo aqueles *outliers* de paralaxe.

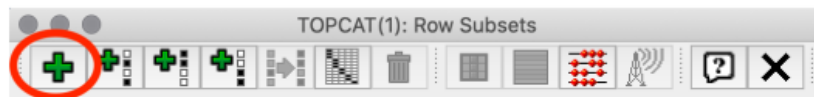
3.5 No menu principal do TOPCAT, siga: **Views** ⇒ **Row Subsets**

(Alternativamente: Clique no botão *Display Row Subsets* do painel superior na janela principal).



3.6 Na janela *Row Subsets*, clique no botão *New Subsets* [novo subconjunto]. A janela *Define New Subset* é aberta.

(Alternativamente: Na janela *Row Subsets*, siga **Subsets** ⇒ **New Subset**).

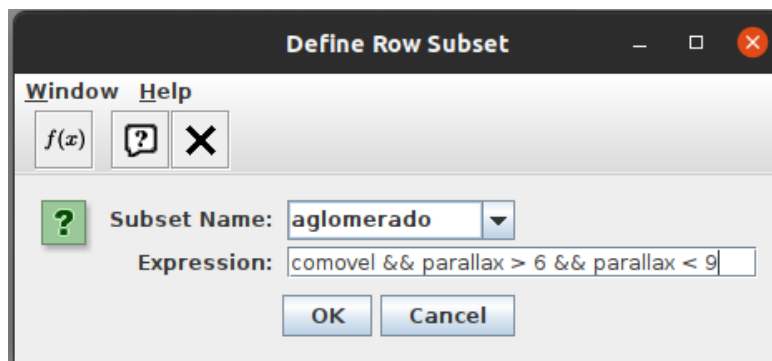


3.7 Na janela *Define Row Subset*, insira:

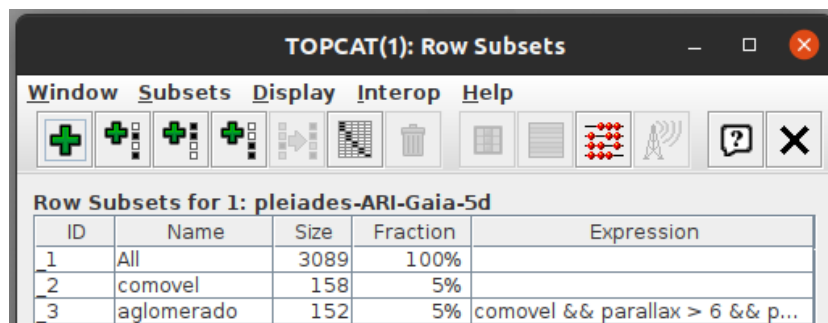
→ No campo *Subset Name*: **aglomerado**

→ No campo *Expression*: **comovel && parallax > 6 && parallax < 9**

→ Clique em **OK**.



3.8 O novo subconjunto será listado na janela *Row Subsets*.



3.9 Plote apenas o subconjunto “aglomerado” usando a aba *Subsets* na janela *Histogram Plot*. Redimensione o gráfico.

★ Se necessário, revisitar os passos 2.5 e 2.6.

**PARA O RELATÓRIO:** Faça uma captura da tela da janela *Histogram Plot* para mostrar que você completou o passo 3.

**PASSO 4:** Estimar a paralaxe média

Em seguida, usaremos o TOPCAT para fazer algumas estatísticas e encontrar a paralaxe média dos membros do aglomerado para determinar a distância até o aglomerado.

4.1 No menu principal do TOPCAT, siga: **Views** ⇨ **Column Statistics**

(Alternativamente: Clique no botão Mostrar estatísticas do painel superior na janela principal).



4.2 Na janela *Row Statistics*, selecione aglomerado em *Subset for calculations* [Subconjunto para cálculos].

TOPCAT(1): Row Statistics

Window Export Statistics Display Help

Row Statistics for 1: pleiades-ARI-Gaia-5d

Name	Mean	SD	Minimum	Maximum	nGood
source_id			117672070866974976	71729527256889216	152
ra	56,4395	1,44627	52,23636	60,93412	152
dec	23,879	1,51799	19,55919	28,6685	152
parallax	7,48238	0,396022	6,38052	8,59661	152
pmra	20,2859	1,43493	16,88161	24,75661	152
pmdec	-45,4192	1,82591	-50,40376	-41,48563	152
phot_g_mean_mag	9,46834	1,50636	5,81522	12,08403	152
ra_error	0,374836	0,148496	0,19059	0,9813	152
dec_error	0,180624	0,078063	0,08299	0,78637	152
parallax_error	0,350321	0,138232	0,22442	0,88445	152
pmra_error	0,697767	0,608251	0,03022	2,93499	152
pmdec_error	0,351503	0,257864	0,01461	1,32658	152

Subset for calculations: aglomerado

4.3 Leia a *Mean* [média] e *SD* [desvio padrão] da coluna de *parallax*.

**PARA O RELATÓRIO:** Escreva os valores obtidos para média e desvio padrão.

A que distância estão as Plêiades?

A distância em parsec é o recíproco da paralaxe em arcsec. No entanto, inverter a paralaxe para obter a distância é problemático se os erros de paralaxe forem grandes, digamos > 10%. Vamos selecionar apenas fontes com boa paralaxe.

4.4 Crie um novo subconjunto como fizemos nas etapas 3.5 a 3.8, usando:

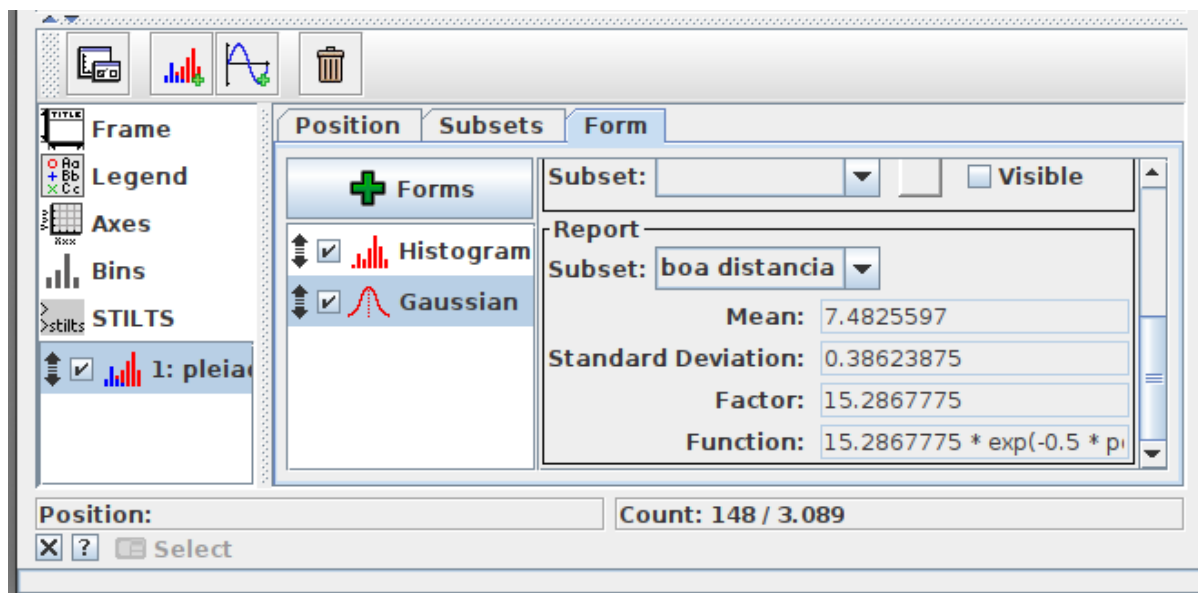
→ *Subset Name*: boa distancia

→ *Expression*: `aglomerado && parallax_error/parallax < 0.1`

4.5 Plote apenas o subconjunto “boa distancia” usando a aba *Subsets* na janela *Histogram Plot*.

4.6 Vamos ajustar uma curva gaussiana à distribuição de paralaxe:

- Na janela *Histogram Plot*, clique na aba *Forms*.
- Clique no botão *Forms* e selecione *Add Gaussian* no menu.
- Role para baixo no painel inferior direito para encontrar a caixa *Report* [relatório]. Observe a *Mean* [média] e o *Standard Deviation* [desvio padrão].



**PARA O RELATÓRIO:** Escreva os novos valores obtidos para média e desvio padrão. Faça uma captura da tela da janela *Histogram Plot* para mostrar que você completou o passo 4.

#### PASSO 5: Estimar a distância

Agora podemos estimar a distância média até o aglomerado.

5.1 No menu principal do TOPCAT, siga: **Views** ⇨ **Column Info**

(Alternativamente: Clique no botão Exibir Metadados da Coluna do painel superior na janela principal).



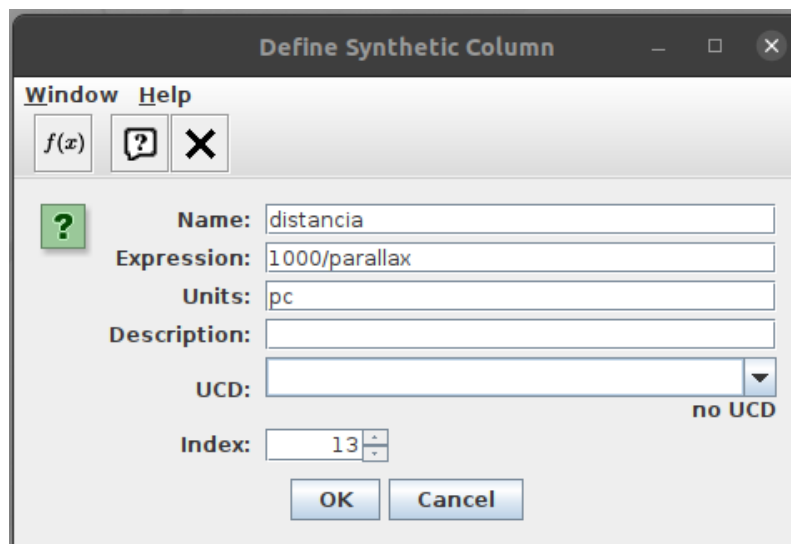
5.2 Na janela *Table Columns*, siga: **Columns** ⇨ **New Synthetic Column**

(Alternativamente: Clique no botão Adicionar Coluna do painel superior na janela *Table Columns*).



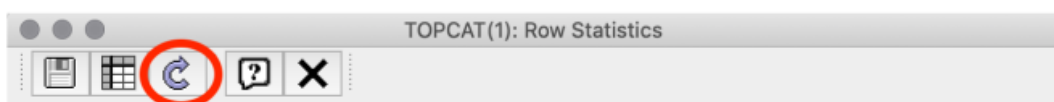
5.3 Na janela *Define Synthetic Column*, insira:

- Name: **distancia**
- Expression: **1000/parallax**
- Units: **pc**
- Clique em **Ok**.



5.4 Volte para a janela *Row Statistics* (revisite o passo 4.1):

- Na janela *Row Statistics*, selecione “boa distancia” em *Subset for calculations* [Subconjunto para cálculos].
- Clique no botão para recalcular no topo da janela.



5.5 Leia a *Mean* [média] e o *SD* [desvio padrão] da coluna de distância.  
A que distância estão as Plêiades?

**PARA O RELATÓRIO:** Escreva os valores obtidos para distância média e desvio padrão da distância. Faça uma captura da tela da janela *Row Statistics* para mostrar que você completou o passo 5.

## PASSO 6: Análise

Vamos estudar a distribuição espacial das estrelas

**6.1** No menu principal do TOPCAT, siga: : **Graphics** ⇒ **Cube Plot**

(Alternativamente: Clique no botão Plotar cubo do painel superior na janela principal).



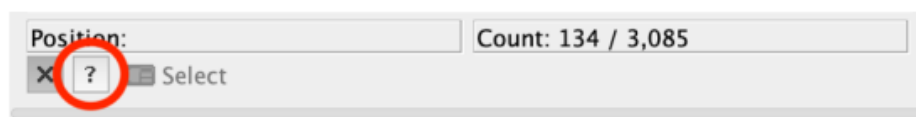
**6.2** Na janela *Cube Plot*, vá para na aba *Position* e selecione as colunas a serem exibidas:

- X: **ra**
- Y: **dec**
- Z: **distancia**

**6.3** Na aba *Subsets* da janela *Cube Plot*, certifique-se de que apenas a “boa distância” do subconjunto seja plotada.

**6.4** Clique no botão *Rescale Plot* [reescalar plot] na parte superior da janela *Plane Plot* para redimensionar o gráfico.

**6.5** Use o mouse para navegar. Observe que a navegação 3D é um pouco difícil. Você pode usar o clique na Ajuda botão na parte inferior esquerda da janela *Cube Plot* para obter ajuda.



**PARA O RELATÓRIO:** Faça uma captura da tela da janela *Cube Plot* para mostrar que você completou o passo 6.