



UNIDADES DE DISTÂNCIA ASTRONÔMICA

Erich Arnon Heilmann¹, Bruno Gustavo Janoca², Thiago Skiba³, Vicente Machado Neto⁴

¹ Departamento de Engenharia Eletrônica, UTFPR, Curitiba, Brasil, erichheilmann@hotmail.com

² Departamento de Engenharia Eletrônica, UTFPR, Curitiba, Brasil, brunojro@hotmail.com

³ Departamento de Engenharia Eletrônica, UTFPR, Curitiba, Brasil, thiagoskiba@gmail.com

⁴ Departamento de Engenharia Eletrônica, UTFPR, Curitiba, Brasil, vmachado@utfpr.edu.br

Resumo: Este artigo busca esclarecer conceitos sobre as unidades de distância astronômica. Unidades usuais como o metro, seus múltiplos e submúltiplos, não são mais práticas para aplicações entre objetos a longas distâncias como as vistas entre corpos celestes. E muitas vezes as unidades criadas para o campo da astronomia não são sequer conhecidas, ou até mesmo, confundidas como ocorre com o ano-luz. Para evitar tais problemas o artigo apresenta um decorrer histórico da origem e necessidade da criação de novas unidades, e também suas definições matemáticas.

Palavras chave: unidade de distância, astronomia, unidade astronômica, parsec, ano-luz.

1. INTRODUÇÃO

Ptolomeu, Copérnico, Kepler, Galileu e Newton, todos deixaram suas marcas dentro dos estudos astronômicos. Sendo os pilares dessa ciência, nos fornecendo conhecimentos sobre as orbitas, gravidade, e descobertas de vários corpos celestes.

Em 1676 o astrônomo Dinamarquês Ole Christensen Roemer, foi o primeiro a imaginar que a velocidade da luz possuía uma velocidade finita, devido as suas observações das luas de Júpiter, que não descreviam suas orbitas em intervalos regulares. Em seus cálculos concluiu que a velocidade da luz era de 225 000 km/s, em comparação com os 299 792,458 km/s atuais. Um feito notável para a época.

Dentro da astronomia se tem a necessidade de medir a distancia entre astros, e a partir da velocidade da luz podemos definir uma unidade de distância muito utilizada nessa área : o ano-luz.

No entanto em artigos de astrônomos profissionais a unidade mais utilizada é o parsec. O

nome surgiu pela primeira vez em um artigo astronômico no ano de 1913, em uma nota de rodapé, na qual Frank Watson Dyson expressa preocupação em adotar um nome para representar a distância das estrelas a partir de suas paralaxes.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é conceituar e definir as unidades de distâncias astronômicas mostrando desde sua origem histórica, as necessidades de sua criação até o seu desenvolvimento matemático.

3. DESENVOLVIMENTO

Dentro do sistema solar a unidade de distância utilizada é a unidade astronômica (au.) que, por definição é a distância média entre a terra e o sol. Seu valor preciso é 149 597 870,691 km, ou seja, aproximadamente 150 milhões de quilômetros. Não há consenso quanto ao seu símbolo, no entanto a União astronômica internacional recomenda usar au.

As medições de distâncias utilizando unidades astronômicas são obtidas de forma indireta através da 3ª lei de Kepler. Por exemplo: ao enviar um sinal de rádio para marte, quando esse planeta está em oposição, a distância encontrada é de 77 790 890 Km. A distância média entre marte e o Sol é determinada então pela terceira lei de Kepler, que afirma: “ O quadrado do período de qualquer planeta em torno do Sol é proporcional ao cubo da distância média entre o planeta e o Sol”. Na tabela abaixo verifica-se que a distância de Marte ao Sol é 1,5 au.

Astro	au	Quilômetros
Marte	1,5	224396806,0365
Júpiter	5,2	777908927,593
Netuno	30	4487936120,73

Tabela 1: Distâncias de planetas ao Sol.

O exemplo acima deixa claro como o quilômetro não é prático para aplicações astronômicas.

Para distâncias ainda maiores o au também perde praticidade e por isso criou-se o ano-luz. O ano-luz é nada mais que a distância que a luz percorre no período de um ano. Seu valor em metros é facilmente calculado a partir da seguinte equação:

$$c = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

Se a velocidade da luz c é igual a 299 792 458 m/s e Δt é o número de segundos contidos em um ano. Obtém-se como resposta:

$$\Delta S = 9,4542 \times 10^{15} \text{ m}$$

Essa seria a distância que a luz percorreria no período de um ano. Logo:

$$1 \text{ ano-luz} = 9,4542 \times 10^{15} \text{ m}$$

Ou seja, ano-luz equivale a aproximadamente nove trilhões quatrocentos e cinquenta e quatro bilhões e duzentos milhões de quilômetros.

Abaixo segue uma tabela com algumas distâncias em anos-luz:

Estrela	Distância A.L.
Próxima Centauri	4,27
Alfa Centauri A	4,34
Barnard	5,98
Sirius A	8,69

Tabela 2. Distância de estrelas em relação ao Sol

Próxima Centauri que é a estrela mais próxima do Sol está a uma distância de 4,22 anos-luz. E se uma espaçonave desejasse atravessar a Via Láctea, e para isso conseguisse viajar na velocidade da luz, seriam necessários 100 mil anos para concluir tal feito. Analisando-se estes valores, pode-se verificar a facilidade notacional que estas unidades astronômicas trazem.



Figura 1: Imagem ilustrativa da Via Láctea

No entanto astrônomos profissionais utilizam na prática outra unidade para medir distâncias, o parsec (pc). Antes de se definir o parsec precisa-se entender o conceito de ângulo de paralaxe.

A paralaxe é a diferença na posição aparente de um objeto visto por observadores em locais distintos. Na astronomia tomam-se essas diferentes posições usando o movimento da órbita da Terra.

Existem dois tipos de paralaxe, a geocêntrica e a heliocêntrica, a paralaxe geocêntrica era usada para calcular distâncias mais próximas da terra, atualmente essas distâncias são calculadas por radares.

Para a definição do parsec a paralaxe que interessa é a heliocêntrica, que usa o raio médio da órbita da terra como linha de base.

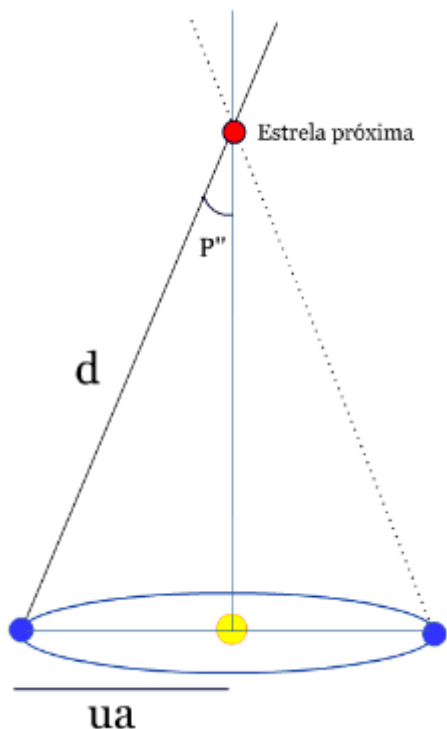


Figura 2. Ângulo de paralaxe.

Na figura acima a linha de base é dado em 1 au, unidade astronômica e p'' é o ângulo de paralaxe.

Para medir este ângulo os astrônomos utilizam um instrumento chamado de heliômetro. Aparelho este que foi inventado em 1748 por Pierre Bouguer e que assumiu a forma conhecida hoje por volta de 1820 com as modificações realizadas por Joseph von Fraunhofer.

O Observatório Nacional desenvolveu e construiu um heliômetro para monitorar variações do diâmetro solar. Com a última versão do heliômetro realizaram uma campanha observacional de 9 dias, coletando mais de 70.000 mil imagens do Sol. Os resultados apontaram uma precisão de 0,5 segundos de arco, sem viés instrumental, e tendo como interferência os desvios criados pela atmosfera. E segundo os desenvolvedores uma precisão de 5 milissegundos de arco poderia ser atingida. É interessante salientar que 1 milissegundo de arco equivale ao tamanho angular de uma pessoa na superfície da Lua sendo observada da Terra.



Figura 3. Heliômetro do observatório nacional

Partindo-se da medida de ângulo de paralaxe p'' pode-se encontrar a distância da estrela em relação ao sol. Por trigonometria a distância d entre o sol e a estrela observada é obtida a partir da seguinte equação:

$$p'' \cong \tan(p'') = \frac{\text{raio da órbita da Terra}}{d}$$

Como o ângulo medido é muito pequeno pode-se considerar tangente deste ângulo como sendo aproximadamente o próprio ângulo. Isolando d temos:

$$d = \frac{1 \text{ ua}}{p''}$$

Deste método surge então a definição de parsec (paralaxis secundus). Uma unidade de parsec equivale a distância do Sol a uma estrela cujo ângulo de paralaxe é igual a 1 segundo de arco.

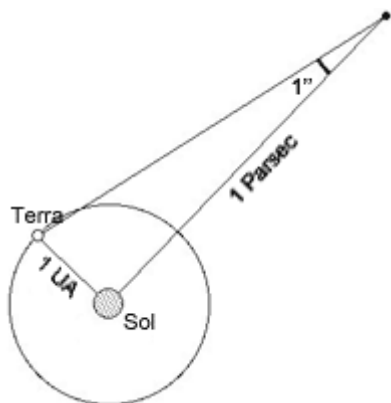


Figura 3: Ângulo de paralaxe igual a 1 segundo de arco

Encontrando o valor de um pc em au temos:

$$pc = \frac{1 \text{ au}}{1''}$$

$$pc = \frac{360 \times 60 \times 60}{2\pi}$$

$$pc = 206\,264,8062 \text{ au}$$

Calculando então as conversões observamos os valores do parsec para as outras unidades na tabela abaixo:

Unidade	1 parsec
Quilômetro	$3,08568 \times 10^{13}$
au	206 264,8062
ano-luz	3,3

Tabela 3: Comparação entre parsec e as outras unidades.

Resumindo as três unidades para uma estrela com paralaxe heliocêntrica qualquer é dada através das seguintes relações:

$$d(\text{au}) = \frac{1}{p(\text{rad})} = \frac{206265}{p('')}$$

$$d(\text{pc}) = \frac{1}{p('')}$$

$$d(\text{anos - luz}) = \frac{3,26}{p('')}$$

Verifica-se que o parsec é a maior unidade entre todas. E ainda existem múltiplos dele, distâncias maiores são medidas em kiloparsecs (kpc) e megaparsecs (Mpc). Alguns exemplos estão expostos na seguinte tabela:

Distância da Terra :	Distância em parsecs
ao centro da galáxia	7,9k
a galáxia M100	17M

Tabela 4: Distâncias em parsecs.

Até pouco tempo atrás as melhores medidas de distância de estrelas que se podia obter com uma precisão melhor que 10% era de até 20pc.

Hoje em dia com melhores equipamentos as observações realizadas da Terra podem atingir uma precisão de 1 milissegundo de arco, valores estes parecidos com os obtidos por satélites como o HIPPARCOS (High-Precision Parallax Collecting Satellite). Este satélite foi construído para medir com alta precisão a paralaxe de 120.000 estrelas.

A correção das medições para se atingir tal precisão envolvem conceitos como os efeitos da relatividade geral de Einstein. Pois quando a luz proveniente da estrela observada passa próxima ao Sol sofre um desvio, inferindo uma diferença na medição de 1,7 segundos de arco na borda do Sol e 4 milissegundos de arco se a medição foi efetuada perpendicularmente ao astro central do sistema solar.

4. CONCLUSÃO

Em estudos astronômicos surgiu a necessidade de criarem-se novas unidades para tratar de distâncias entre corpos celestes, devido ao fato dessas distâncias serem de ordem tão grande. E verificou-se aqui o motivo de tal necessidade. Com as novas unidades obteve-se melhor praticidade ao trabalhar com distâncias demasiadas.

5. REFERÊNCIAS

- [1] S.W. Hawking, L. Mlodinow, Uma “*Nova História do Tempo*”, Ediouro, 2005.
- [2] E. Böhm-Vtense, Introduction to stellar astrophysics, Cambridge, 1989.
- [3] K.S. Oliveira Filho, M.F.O. Saraiva, Astronomia e Astrofísica, Livraria da Física, 2004.
- [4] R.P. Faria, Fundamentos de astronomia, Papirus, 1987.
- [5] <http://www.zenite.nu/>, acesso em 3 de junho de 2011.
- [6] http://heasarc.nasa.gov/docs/cosmic/nearest_star_info.html, acesso em 5 de junho de 2011.
- [7] <http://imagine.gsfc.nasa.gov/YBA/HTCas-size/parallax3-more.html>, acesso em 5 de junho de 2011.
- [8] <http://astro.if.ufrgs.br/dist/dist.htm>, acesso em 29 de maio de 2011.