

Cœlum Australe

Jornal Pessoal de Astronomia, Física e Matemática - Produzido por Irineu Gomes Varella

Criado em 1995 – Retomado em Junho de 2012 – Ano IV – Nº 028 - Janeiro de 2013

ESTIMANDO O DIÂMETRO DAS GALÁXIAS

Prof. Irineu Gomes Varella

© 1997 - Direitos autorais reservados. Proibida a reprodução.

Uma maneira de estimar o diâmetro das galáxias muito distantes, para as quais os indicadores usuais para as suas distâncias não são aplicáveis, é através de sua velocidade de recessão e de seu diâmetro aparente angular (α).

Consideremos uma galáxia com diâmetro linear D situada à distância r de nossa galáxia (fig.1). De nosso ponto de observação podemos determinar por instrumentos, ou efetuando medidas sobre uma placa fotográfica, o valor do ângulo α , denominado diâmetro aparente da galáxia.

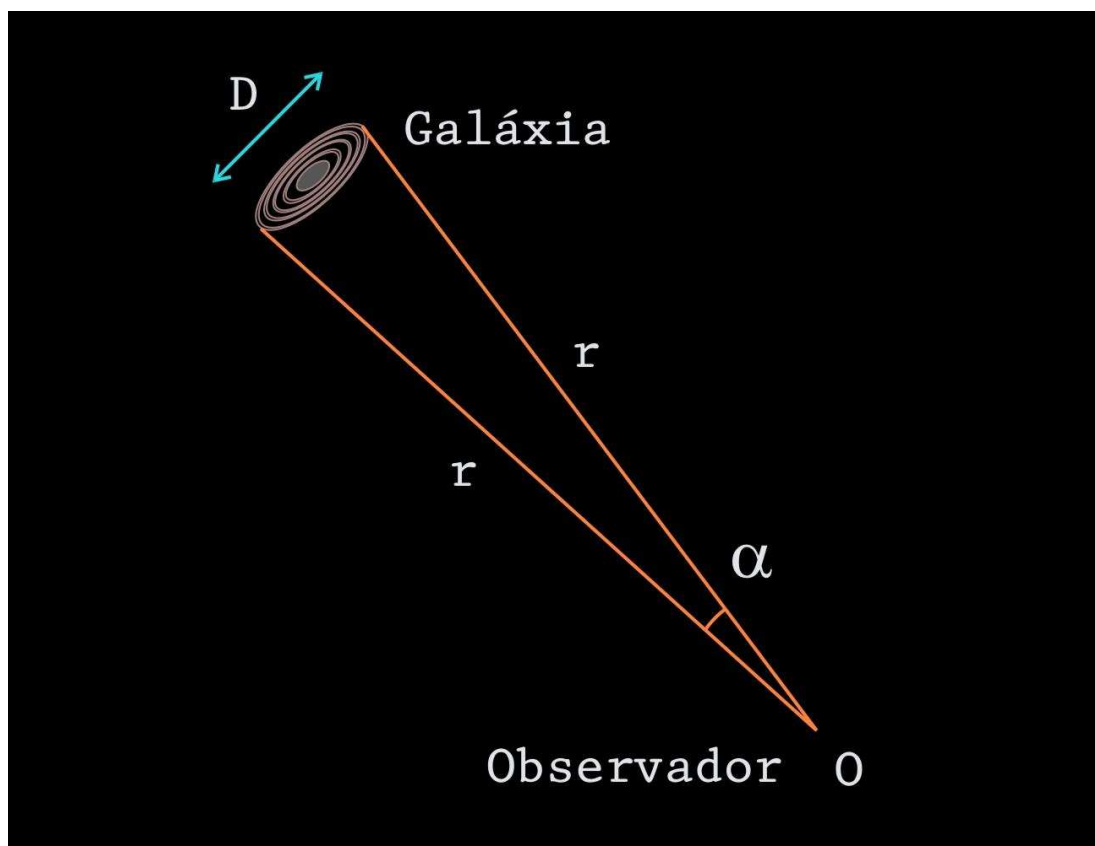


Fig. 1 – Diâmetro real (D) e diâmetro aparente (α) de uma galáxia.

A partir dos elementos geométricos exibidos na figura 1 obtemos:

$$\alpha_{rd} = D / r$$

onde D e r estão expressos nas mesmas unidades. O ângulo α é, no entanto, usualmente obtido em minutos de arco e não em radianos. Como as medidas de um ângulo em radianos (α_{rd}) e em minutos de arco (α') estão relacionadas por $\alpha_{rd} = \alpha' / 3438'$, segue-se que:

$$\alpha' / 3438' = D / r \Rightarrow D = \alpha' r / 3438'$$

A distância de uma galáxia pode ser obtida por vários processos, chamados indicadores de distâncias: observando estrelas variáveis do tipo cefeida, pela observação de estrelas novas e supernovas, e etc. Porém, para muitas galáxias não é possível a observação de estrelas individualmente e os processos antes referidos não podem ser aplicados. Nesses casos, a distância r pode ser obtida pela aplicação da Lei de Hubble-Humason ($V = H_0.r$), a partir do conhecimento de sua velocidade de recessão (V), isto é, da sua velocidade de aproximação ou de afastamento em relação ao nosso sistema de referência.

A velocidade de recessão, por sua vez, é determinada a partir do desvio para o vermelho (redshift) ou para o azul (blueshift) observado no espectro da galáxia em estudo. O desvio espectral observado ($z = \Delta\lambda / \lambda$) relaciona-se com a velocidade de recessão por:

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{1+V/c}{(1-V^2/c^2)^{1/2}} - 1 \quad \text{da qual obtemos :} \quad \frac{V}{c} = \frac{z^2 + 2z}{z^2 + 2z + 2}$$

Nas expressões anteriores, válidas para grandes valores da velocidade de recessão quando comparadas à velocidade da luz (efeito Doppler relativístico), os símbolos têm os significados que seguem:

$\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ = diferença entre o comprimento de onda de uma raia observada no espectro da galáxia (λ) e o comprimento de onda da mesma raia obtido em laboratório (λ_0);

λ_0 = comprimento de onda obtido em laboratório (sistema em repouso), de uma raia de um certo elemento químico;

V = velocidade de recessão da galáxia, isto é, a velocidade com que se aproxima ou se afasta de nosso sistema de referência;

c = velocidade da luz no vácuo. Seu valor, em unidades do SI, é 299.792,458 km/s ou, aproximadamente, c = 300.000 km/s.

Quando as velocidades de recessão são pequenas comparadas à velocidade da luz ($V \ll c$), podemos utilizar a expressão clássica para o efeito Doppler:

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{V}{c}$$

tendo os termos o mesmo significado que antes.

A partir da Lei de Hubble-Humason, podemos calcular o valor da distância de uma galáxia, admitindo-se determinada a sua velocidade de recessão a partir de alguma das expressões anteriores:

$$r = V / H_0$$

onde V é a velocidade de recessão em km/s, H_0 a constante de Hubble, cujo valor está, atualmente, ao redor de 72 km/s/Mpc e r é a distância da galáxia em Mpc (1 Mpc = 1 Megaparsec = 10^6 parsecs). Substituindo-se r na expressão do diâmetro da galáxia, teremos:

$$D = \frac{\alpha'}{3438} \times \frac{V}{H_0} \quad (D \text{ em Mpc})$$

Para obtermos o diâmetro de uma galáxia em anos-luz basta considerar que 1 Mpc = 3,26 x 10^6 a.l. e, assim,

$$D = \frac{3,26 \times 10^6}{3438} \times \frac{\alpha' V}{H_0} \quad \text{ou} \quad D = 948 \times \frac{\alpha' V}{H_0}$$

e teremos, pela última expressão, D em anos-luz.

EXEMPLO: A galáxia espiral NGC 6872, localizada na constelação de Pavo (Pavão) no hemisfério celeste sul, é a maior galáxia espiral conhecida (fig.2). Ela tem um diâmetro angular de 8' e sua velocidade de recessão é de $4,56 \times 10^3$ km/s. Uma estimativa para o seu diâmetro, em anos-luz, pode ser obtida por:

$$D = 948 \times \frac{8 \times 4,56 \times 10^3}{72} \cong 480.000 \text{ a.l.}$$

O valor estimado está razoavelmente próximo do valor atualmente admitido de 522.000 anos-luz para o seu diâmetro, de modo que a relação anterior pode ser utilizada para uma aproximação inicial ao valor real, não permitindo, porém, determinar diâmetros galácticos com precisão.

A maior galáxia conhecida é a galáxia elíptica IC 1101 (fig.3) com diâmetro de cerca de 6 milhões de anos-luz. Essa galáxia está situada no denso aglomerado de galáxias localizado na constelação de Virgo denominado Abell 2029. Sua distância é de 326 Mpc (1.062.760.000 de anos-luz)

Esse gigantesco sistema contendo, provavelmente, ao redor de 100 trilhões de estrelas, supera o diâmetro de nossa própria galáxia em quase 60 vezes. Sua extensão é cerca de 2,5 vezes maior que a distância que nos separa da galáxia de Andrômeda, uma das "grandes" galáxias situadas nas proximidades da nossa.

A descoberta dessa galáxia foi anunciada em julho de 1990 pelos astrônomos Juan M.Uson do National Radio Astronomy Observatory (NRAO), Stephen P. Boughn do Haverford College e Jeffrey R. Kuhn da Michigan State University. Um relato sobre a descoberta foi publicado na revista Sky & Telescope, vol.81, nº 2, de fevereiro de 1991, p.127.

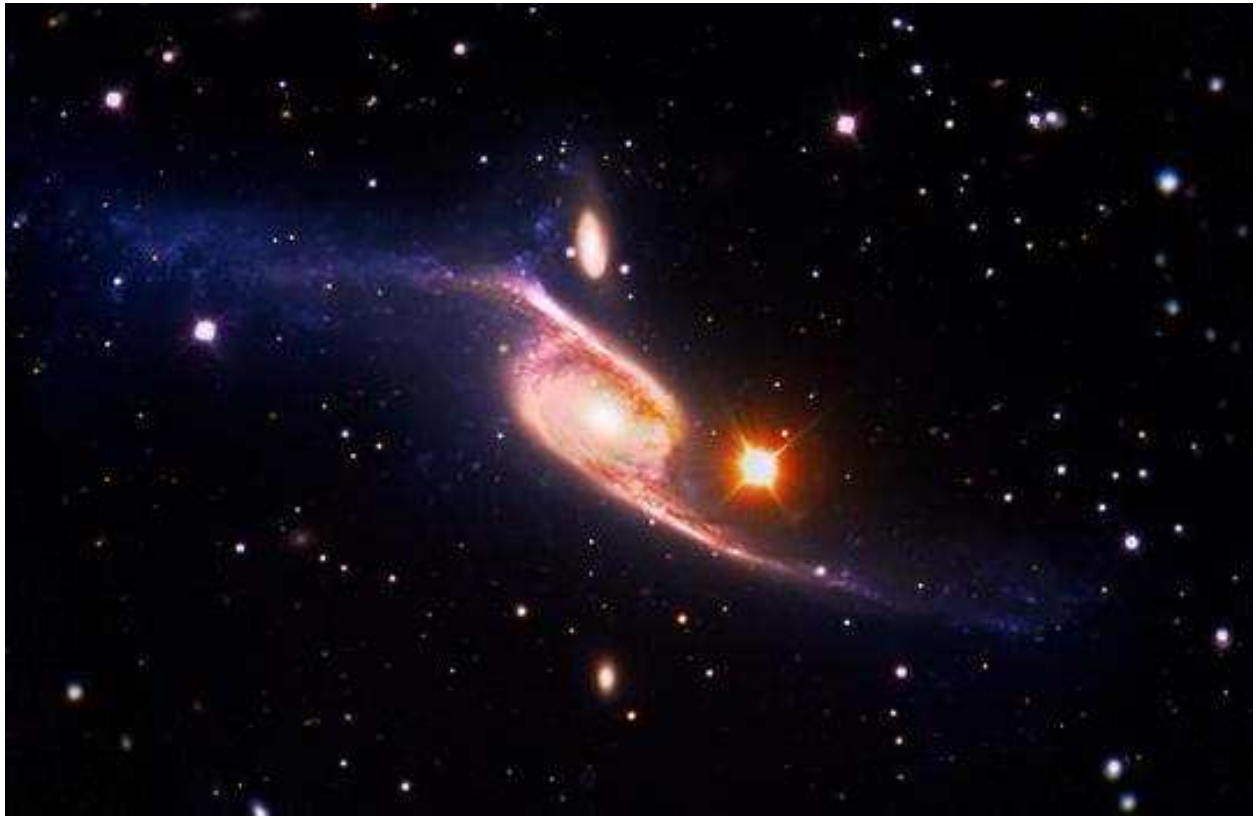


Fig.2 – A galáxia NGC 6872 e a galáxia IC 4970 com a qual interage. NGC 6872 é maior galáxia espiral conhecida, com diâmetro de cerca de 522.000 anos-luz. Créditos da imagem: NASA's Goddard Space Flight Center/ESO/JPL-Caltech/DSS.

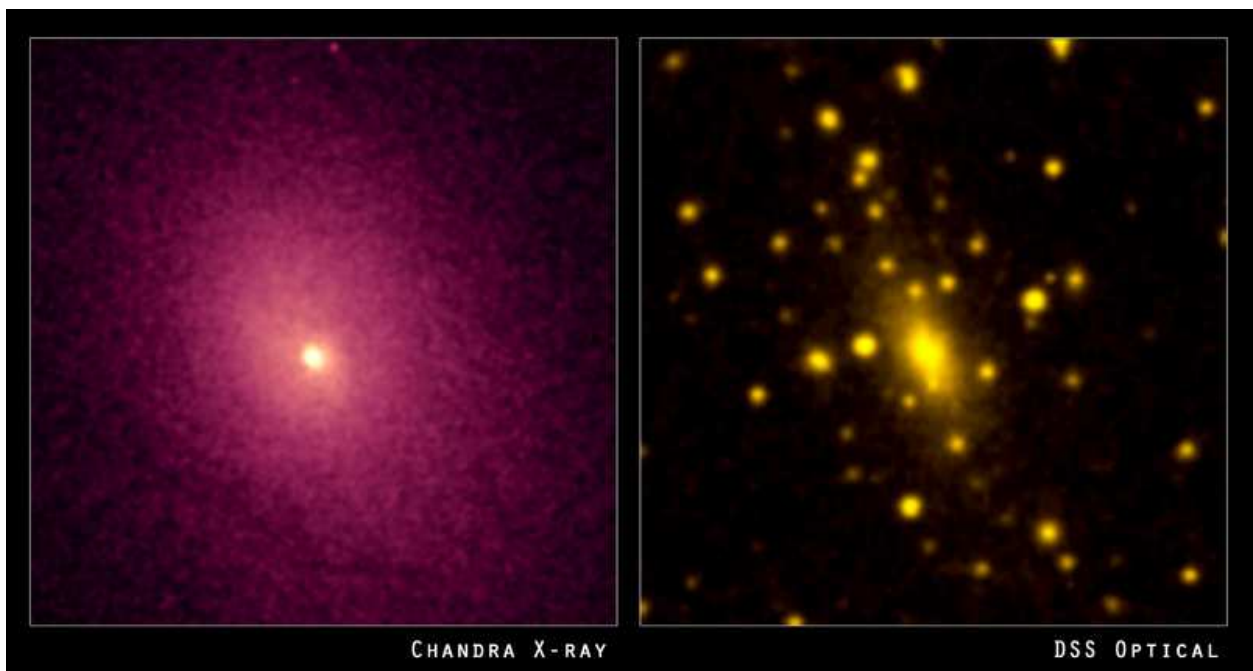


Fig. 3 – A galáxia IC 1101 é a maior galáxia conhecida, com diâmetro de 6 milhões de anos-luz. É uma galáxia elíptica pertencente ao aglomerado de galáxias Abel 2029 situado na constelação de Virgo, distante 326 Mpc (pouco mais de 1 bilhão de anos-luz). Créditos da imagem: X-ray: NASA/CXC/UCI/A. Lewis et al.; Optical: Pal.Obs. DSS.

BIBLIOGRAFIA

1. SKY & TELESCOPE. Cambridge (MA): Sky Publishing, v.81, nº 2, p.127, 1991. (News Notes).
2. VARELLA, I.G. O diâmetro das galáxias. São Paulo: Escola Municipal de Astrofísica de São Paulo, 1989.
3. _____. O diâmetro das galáxias. Boletim do CARJ, Rio de Janeiro, v.15, nº4, p.62, out., nov., dez., 1990.
4. _____. A maior galáxia conhecida. Boletim do CARJ, Rio de Janeiro, v.16, p.5, jan., fev., mar., 1991.
5. _____. O Efeito Doppler-Fizeau. 2ª edição revista e aumentada. São Paulo: 1997.



IRINEU GOMES VARELLA - Astrônomo nascido em São Paulo em 07 de setembro de 1952. É graduado em Física e em Matemática pela Universidade de São Paulo e com Pós-Graduação em Astronomia pela Universidade de São Paulo e pela Universidade Cruzeiro do Sul. Iniciou sua carreira no Planetário e Escola Municipal de Astrofísica de São Paulo em 1968, tendo sido Diretor Geral da Instituição de 1980 a 2002. Ministrou mais de uma centena de cursos e dezenas de palestras de Astronomia. Colaborou durante vários anos na edição do Anuário Astronômico do Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Escreveu dezenas de textos de divulgação e ensino de Astronomia publicados pelo Planetário de São Paulo e em jornais, revistas e outros periódicos de vários lugares do Brasil. Atualmente é professor da Escola Municipal de Astrofísica de São Paulo e ministra a disciplina "Sistema Solar" no curso de Pós-Graduação em Astronomia da Universidade Cruzeiro do Sul.