

O Universo em Expansão: Lei de Hubble

Dr. Eduardo S. Pereira

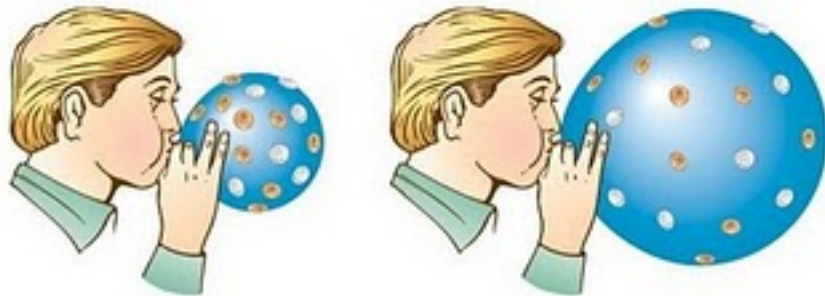
blog: <http://espacotempoperturbado.edupereira.webfactional.com/>

email: pereira.somoza@gmail.com

17 de julho de 2013

Sumário

1	Visão Geral	5
2	Materiais Necessários	5
3	Base Teórica: A Lei de Hubble	5
4	O Experimento.	8
	4.1 Procedimento.	8
5	Resultados	9



1 Visão Geral

Nesse experimento será utilizado um modelo bidimensional para explorar a expansão do Universo.

2 Materiais Necessários

- Balões.
- Marcador Permanente ou pequenos adesivos em forma de estrela.
- Barbante e régua.

3 Base Teórica: A Lei de Hubble

Em 1923, o astrônomo Edwin Hubble começou um estudo de estrelas Cefeidas em “nebulosas espirais”, incluindo Andrômeda (a galáxia M31), que é visível a olho nu. Usando a relação período-luminosidade para as Cefeidas, ele calculou a distância em que elas se encontravam da Terra, obtendo um valor de 800.000 anos-luz para Andrômeda e valores semelhantes para outros objetos. Os resultados mostraram que estes sistemas eram enormes conjuntos de estrelas e, definitivamente, encontravam-se fora da nossa Galáxia. Contudo, a mais importante descoberta de Hubble foi

que as galáxias distantes se afastavam de nós e que todas as galáxias, simultaneamente, se afastavam umas das outras.

Seu resultado baseou-se na descoberta de uma relação linear entre a distância D das galáxias até nós (determinada pela relação período-luminosidade, por exemplo) e a velocidade v com que elas se afastavam de nós (determinada pela determinação do *redshift* das linhas espectrais observadas), escrita da forma:

$$v = H_0 D \tag{1}$$

A constante H_0 é chamada constante de Hubble. Essas observações mostraram uma recessão sistemática e isotrópica dos objetos observados, e foram confirmadas até distâncias extremamente grandes. O valor atual para a constante de Hubble, estimado a partir da relação acima, é de $71 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$. Esse valor tem dimensão $[\text{t}]^{-1}$, logo é possível, usando os valores medidos de D e v , fazer uma estimativa da idade do Universo (lembrando que $1 \text{ Mpc} = 1 \text{ Mega parsec} = \text{cm}$). Dessa forma uma estimativa para a idade do Universo é que :

$$T_u = 1/H_0 \tag{2}$$

Hubble foi forçado a fazer sua descoberta passo a passo, utilizando Cefeidas, variáveis RR Lyrae e estrelas supergigantes para ir calibrando as distâncias até o aglomerado de Virgem. A Figura 3 apresenta um diagrama com as primeiras observações feitas por Hubble e medidas posteriores de objetos mais distantes.

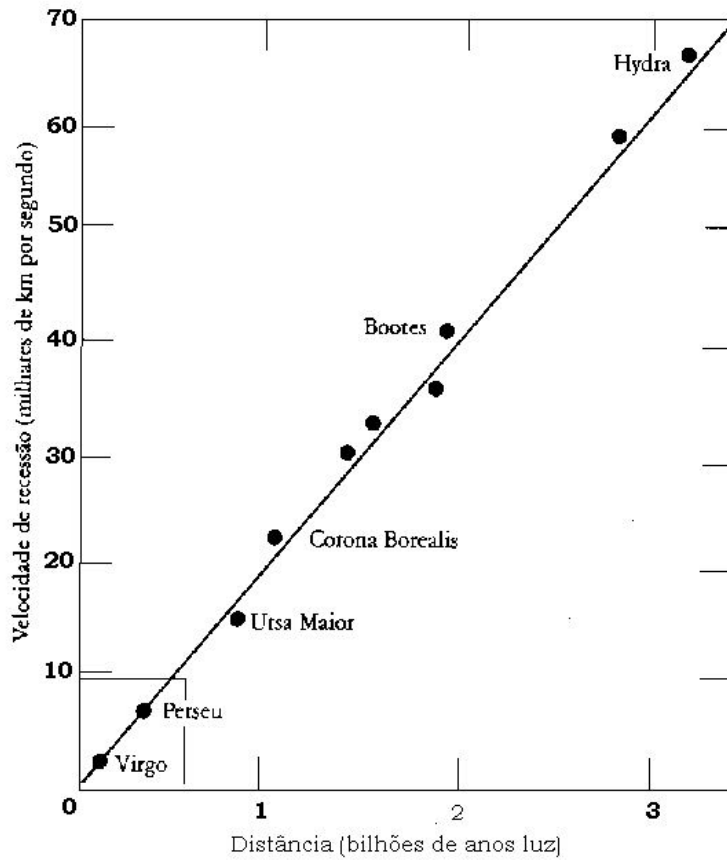


Figura 1: Gráfico da Lei de Hubble, mostrando a relação entre distância e velocidade para diversos aglomerados de galáxias. O quadrado no canto inferior esquerdo representa as regiões em que se encontravam as galáxias observadas por Hubble na década de 20.

4 O Experimento.

4.1 Procedimento.

1. Encha o balão um pouco.
2. Desenhe onze galáxias no balão. Marque uma dessas galáxias como referência (Desenhe de outra cor). Numere as outras de 1 a 10. A galáxia de referência e aquela em que você vive e é a partir dela que serão realizadas as medições.
3. Messa a distância entre a galáxia de referência e as demais galáxias. O modo mais fácil de fazer isso é usando um pedaço de barbante. Estique o pedaço de barbante entre dois pontos do balão, então messa a corda em unidades reais. Anote essas informações numa tabela.
4. Encha o balão um pouco mais. Mas atenção, registre o tempo que se levará para encher o balão. Use o cronometro ou mesmo faça a contagem "um elefante, dois elefantes, ...". Registre esse tempo.
5. Messa a nova distância entre a galáxia de referência e as demais. Anote esses valores na tabela.
6. Subtraia a primeira medida da segunda. Marque essa diferença na tabela.
7. Divida a distância percorrida pelas galáxias (A diferença encontrada no item anterior) pelo tempo que se levou para encher o balão.
8. Faça um gráfico da velocidade pela segunda distância media para se obter a "lei de Hubble do balão".
9. Ajuste uma linha reta ao dados.
10. Ache a inclinação da reta, lembrando que a inclinação da reta é dado por Δy dividido por ΔX , nesse caso em particular a reta iniciará em (0,0). A constante de Hubble é dada pelo valor da inclinação da reta.
11. Determine a idade do seu Universo Balão a partir da inclinação obtida anteriormente. Qual a diferença entre essa idade e o tempo que se levou para encher o balão?

12. Como o resultado deve mudar se for utilizada outra galáxia como referência? Se tiver dúvidas sobre isso, faça o experimento novamente, usando outra galáxia como referência.

5 Resultados

Tempo requerido para encher o balão: _____ segundos.

Galaxy Number	Distance 1 (cm)	Distance 2 (cm)	Difference (cm)	“Velocity” (cm/s)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Figura 2: Tabela para a medida de distância e velocidade

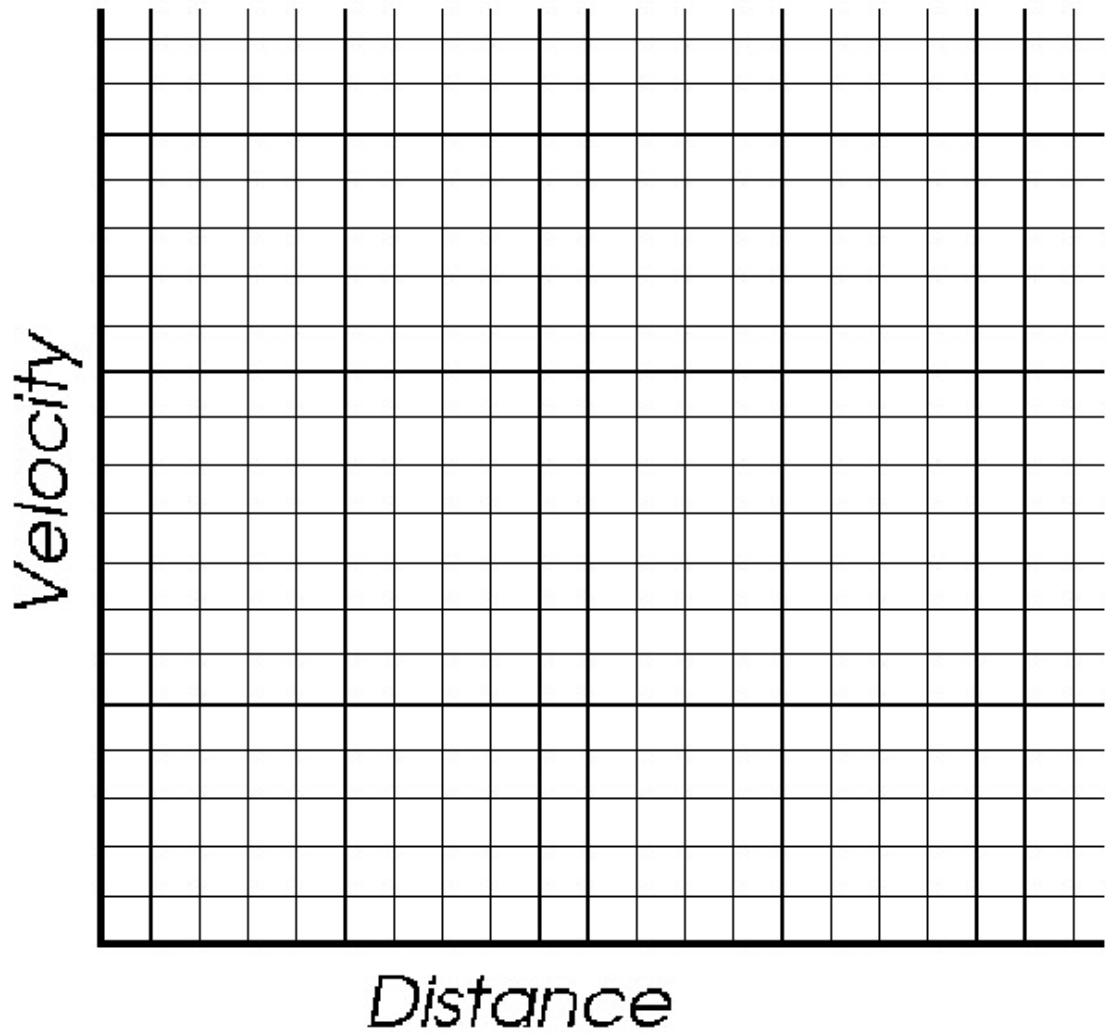


Figura 3: Gráfico de Velocidade por Distância