

---

## A QUESTÃO CONTROVERSA DA COSMOLOGIA MODERNA: HUBBLE E O INFINITO – parte 1

---

*Marcos Cesar Danhoni Neves*  
Depto de Física - UEM  
Maringá-PR

*"O ilimitado é eterno"*  
(Anaximandro)

### **Resumo**

*O presente artigo abordará o problema das dualidades eterno-efêmero e finito-infinito derivados de uma releitura crítica da obra de Edwin Hubble. O artigo procurará levantar críticas ao modelo de um Universo criado (Big Bang), finito no espaço e no tempo, como aceito atualmente pela Cosmologia Moderna, percorrendo "histórias desconhecidas" na Física e recuperando um pouco da visão de Giordano Bruno sobre o infinito, especialmente neste ano em que se comemoram os 400 anos de sua execução.*

### **Introdução**

De todos os ramos da ciência, a Cosmologia parece ser o ramo que mais intriga as reflexões humanas. A busca do *o que somos e para onde vamos* resume a essência da Cosmologia. Desde Giordano Bruno (Bruno, 1983), ou mesmo antes, as ponderações sobre um Universo finito ou infinito, eterno ou efêmero e criado ou não criado dominaram as discussões científicas. Mas foi somente neste século que o trabalho de um homem, Edwin Hubble, permitiu que as questões acerca das distâncias extragalácticas estabelecessem um dos pilares do atual paradigma da origem do Universo (o *Big Bang*): a recessão das galáxias, baseada na interpretação do deslocamento das raias espectrais para o vermelho (redshift) como derivado do efeito Doppler.

O presente artigo procurará dar uma dimensão do trabalho de Hubble, e de como ele serviu para alimentar o paradigma atual de um Universo com criação e possível extinção; de um Universo efêmero no tempo cosmológico, mas eterno na sucessão de nascimentos e colapsos; de um Universo destinado aos limites da expansão ou de uma expansão infinita.

O artigo discutirá, sobretudo, a questão de como o paradigma do *Big Bang* ("Grande Explosão") estabeleceu-se e quais os problemas que ele apresenta para firmar-se. Para tanto, discutiremos, através da história recente da Cosmologia, trabalhos destoantes da atual teoria, realizados por homens que raramente são citados na bibliografia corrente e que foram eclipsados pela força avassaladora do paradigma atual. Responderemos então, ao final, a seguinte questão: *que Universo o trabalho de Hubble nos destinou?*

## **Edwin Hubble**

Edwin Hubble nasceu em 1889, em Marsfield, Missouri (EUA). Estudou na Universidade de Chicago, onde foi fortemente influenciado pelo astrônomo George Ellery Hale. Em 1914, Hubble juntou-se à equipe do Observatório Yerkes, transferindo-se cinco anos depois, já como diretor, para o Observatório de Monte Wilson, a convite de Hale.

Hubble foi o primeiro a obter a prova de que o Universo visível estava muito além dos limites da Via Láctea. O Universo era composto por miríades de galáxias como a nossa própria, contendo estrelas, poeira e gás interestelar.

Em 1923, com a ajuda do potente telescópio de cem polegadas de Monte Wilson, Hubble descobriu um padrão de medida para as distâncias intergalácticas. Observando a galáxia de Andrômeda, conseguiu separar algumas estrelas, nos ramos em espiral, que apresentavam variações em seus brilhos, semelhante a um tipo de variação periódica da luminosidade de estrelas da própria Via Láctea, conhecidas por Cefeidas.

Nessa época já era conhecida uma relação entre os períodos de variação das Cefeidas com a respectiva luminosidade absoluta. Estimando a luminosidade absoluta, a partir dos respectivos períodos do padrão das Cefeidas na galáxia de Andrômeda, Hubble concluiu que esta deveria estar a uma distância de 900.000 anos-luz da Terra. O valor atual é de cerca de 2.000.000 de anos-luz. A estimativa de Hubble estava errada, mas o método era essencialmente correto.

A partir daí, passou a classificar a enorme diversidade das galáxias em dois tipos: o tipo I, conhecido por elíptico, consistia de galáxias com formas elipsoidais; o tipo II consistia em galáxias de braços espiralados.

Baseado nesta classificação de Hubble sobre as formas das galáxias, J. Jeans elaborou uma teoria de evolução galáctica.

Em 1929, Hubble publica um trabalho intitulado *A Relation Between Distance and Radial Velocity Among Extragalactic Nebulae* (Hubble, 1929). Neste trabalho, mostrou que o deslocamento das raias do espectro para o vermelho (redshift)

crescia aproximadamente de forma proporcional à distância que nos separa das galáxias observadas.

Todas as 18 galáxias observadas e investigadas por Hubble apresentavam redshifts. A relação entre distâncias e deslocamentos espectrais observados levou-o a concluir que havia uma relação aproximadamente linear entre '*velocidades*' e as respectivas distâncias das galáxias investigadas. Em 1931, verificou a proporcionalidade entre '*velocidade*' e distância para galáxias com '*velocidades*' até o limite de 20.000 km/s. Em 1936, estimou a distância e a '*velocidade*' do aglomerado de galáxias da Ursa Maior II: 42.000 km/s!

## Além de Hubble

Interpretando o redshift como sendo devido a um efeito Doppler óptico, Hubble estimou que as '*velocidades*' das galáxias aumentavam de 170 km/s para cada milhão de anos-luz de distância.

Se essa estimativa fosse correta, e se realmente o redshift fosse devido a um efeito Doppler, então as galáxias deveriam ter estado, num passado muito remoto, a uma distância muito menor daquela que conhecemos atualmente. O Universo, seguindo este raciocínio, deveria ter tido uma origem há aproximadamente dois bilhões de anos.

Antes das descobertas empíricas de Hubble, um matemático russo, A. Friedmann, em 1922, e um padre-astrônomo, G. Lemaitre, em 1927, realizaram investigações teóricas acerca de modelos não estáticos de Universo. Estes modelos definiam uma época na qual o Universo teria se formado, expandindo-se desde um raio muito pequeno até seus limites atuais, com a expansão sendo arrefecida constantemente pela gravitação.

Se o Universo tivesse se originado realmente de uma '*bola de fogo*' inicial, ele poderia ser finito e ilimitado (a atual fronteira da expansão), infinito no espaço-tempo (se a expansão continuar para sempre), finito no espaço (se a gravitação sobrepor-se à expansão, detendo-a) e infinito no tempo (se o ciclo de expansão-contração continuar para sempre).

Alpher e Hermann (1949), assumindo um modelo dinâmico de universo, estimaram teoricamente a temperatura da radiação cósmica de fundo (ou, como é conhecida por sua sigla em inglês, CBR – *Cosmic Background Radiation*) residual que deveria banhar todo o céu se o Universo tivesse tido uma origem. Escrevem eles:

*"(a presente densidade de radiação,  $\rho \approx 10^{-32} \text{ g/cm}^3$ ) corresponde a uma temperatura da ordem de 5 K. Isto significa que a temperatura do Universo pode ser interpretada como a temperatura de fundo resultante da expansão universal".*

Em 1953, G. Gamow publica um artigo estimando a temperatura do Universo em 7 K (Penzias, 1972). Em 1961, numa edição revisada de seu popular livro *The Creation of the Universe* (Gamow, 1961), Gamow estima uma temperatura de 50 K!

Em 1964-65, A. Penzias e R. Wilson, trabalhando com uma antena de rádio para a Bell Telephone, em Holmdel, New Jersey (EUA), registraram experimentalmente uma radiação cósmica de fundo na faixa das microondas (7,35 cm), equivalendo a uma temperatura de radiação próxima dos 3,5 K.

Com a descoberta da CBR (valor atual = 2,7 K), associada aos estudos de Hubble dos redshifts galácticos, nascia a teoria do *Big Bang*, com um Universo entre 10 e 20 bilhões de anos de idade.

## **Problemas do paradigma**

Embasado em todas as '*evidências*' experimentais e nas '*confirmações experimentais*' de '*previsões*' teóricas, o Big Bang elevou-se à condição de paradigma da Cosmologia Moderna. A noção de paradigma aqui deve ser entendida na concepção kuhniana do termo:

*"(Paradigma) é um resultado científico fundamental que inclui ao mesmo tempo uma teoria e algumas aplicações tipo aos resultados das experiências e da observação. Mais importante ainda é um resultado cuja conclusão está em aberto e que põe de lado toda uma espécie de investigação ainda por fazer. E, por fim, é um resultado aceite no sentido de que é recebido por um grupo cujos membros deixam de tentar opor-lhe rival ou de criar-lhe alternativas" (Kuhn, 1974).*

Como alternativa e/ou teoria rival ao Big Bang, existem os modelos de estado estacionário de Universo. A teoria de estado estacionário mais famosa foi aquela formulada por Hoyle, Narlikar e Gould (Brush, 1992). Porém, a descoberta da CBR coloca em xeque essa teoria, "descartando-a".

No entanto, outras teorias de estado estacionário aparecem paralelamente ou anteriormente à teoria do Big Bang. Mas, embasando-nos ainda em Kuhn, "*ao aceitar um paradigma, a comunidade científica adere toda ela, conscientemente ou não, à atitude de considerar que todos os problemas resolvidos o foram de fato, e de uma vez para sempre*" (Kuhn, 1974). Nessa adesão da comunidade científica, alternativas outras ao paradigma do Big Bang são esquecidas e desprezadas.

Por exemplo: com relação à previsão da temperatura da CBR, os modelos de estado estacionário, ou seja, de um Universo sem criação, infinito no espaço e no tempo, previram valores muito mais próximos daquele descoberto por Penzias, do que os valores teóricos daqueles que abraçaram a idéia de um Universo evolucionário.

C.E.Guillaume, em 1896, bem antes do nascimento de G. Gamow (1904), estimando o total de energia das estrelas e usando a lei de Stephan-Boltzmann, chega a um valor de 5,6 K (Guillaume, 1896) para a temperatura do espaço cósmico, considerando um Universo estático. Pela leitura do texto de Guillaume, é possível intuir que outros, antes dele, já haviam estimado valores para a temperatura do espaço usando a relação de Stephan (de 1879). Este é um capítulo da Física ainda a ser levantado...

A.S. Eddington, em seu livro *The Internal Constitution of the Stars* (Eddington, 1988), de 1926, faz uma previsão notável da temperatura do espaço interestelar. Segundo Eddington, o campo de radiação total emitida pelas fontes estelares é contrabalançado pela radiação incidente sobre elas e absorvido por elas. Utilizando a lei de Stephan-Boltzmann,  $F = \sigma T^4$  (onde F = fluxo de energia emitida,  $\sigma$  = constante de Stephan-Boltzmann e T = temperatura do espaço), Eddington obtém um valor de cerca de 3,2 K para a temperatura do espaço interestelar, a partir da idéia de um Universo não expansivo [mais tarde, Eddington mudará sua idéia de Universo estático para uma idéia de um Universo em expansão, especialmente após sua obra "The Expanding Universe"].

E. Regener, em 1933, embasado num Universo sem expansão e analisando a energia dos raios cósmicos que chegam à Terra, concluiu que a temperatura final do espaço deveria ser de 2,8 K (Regener, 1933).

W. Nernst, o pai da terceira lei da Termodinâmica, em artigo de 1937, e também baseado num Universo estático, escreve:

*"No importante trabalho de Regener... encontra-se o fato de que um corpo celeste que absorve radiação cósmica deve esquentar-se até o valor de 2,8 K" (Nernst, 1937).*

Em 1953, Finlay-Freundlich prediz uma temperatura de 2,3 K. Em 1954, em novo artigo, o mesmo Freundlich sugere uma hipótese de perda de energia do fóton, devendo a temperatura do espaço intergaláctico estar entre os valores de 1,9 K e 6,0 K (Finlay-Freundlich, 1954).

Max Born, em 1954, analisando o artigo de Freundlich, faz uma previsão correta e profética: *"Assim, o redshift está ligado a radio-astronomia"* (Born, 1954).

A tabela 1 (Assis and Neves, 1995<sup>a,b</sup>) lista as previsões da temperatura da CBR de acordo com os valores estimados pelos diferentes autores citados até aqui. Podemos depreender pela tabela 1 que os defensores de um universo estacionário

estavam muito mais próximos do valor obtido experimentalmente por Penzias e Wilson do que os que defendiam um universo em expansão.

Tabela 1

<i>Ano</i>	<i>Universo Estacionário</i>	<i>Big Bang</i>	<i>Temperatura (K)</i>
1896	Guillaume		5,6
1926	Eddington		3,18
1933	Regener		2,8
1937	Nernst		2,8
1949		Alpher & Hermann	$\geq 5$
1953		Gamow	7,0
1953	Finlay-Freundlich		2,3
1953	Finlay-Freundlich		$1,9 \leq T \leq 6,0$
1961		Gamow	50,0

## Novos problemas para o paradigma

Além das previsões bastante próximas da temperatura da CBR de 2,7 K, os defensores de um Universo Estacionário explicam o redshift como sendo devido a uma perda de energia do fóton de luz em sua longa jornada através do espaço (um “decaimento” da frequência do fóton de luz). Assim, o redshift, segundo esses autores, não está associado ao efeito Doppler e, portanto, não representa uma recessão universal (há vários processos como “candidatos” a explicar esse possível mecanismo físico – v. Kierein, *www*).

Freundlich (1954) discutiu o redshift das linhas espectrais de estrelas dos tipos O e B, pertencentes à nebulosa de Órion. Ele analisou a influência do potencial gravitacional sobre os resultados dos redshifts observados. Sumarizou suas conclusões acerca das estrelas do tipo B, estabelecendo:

*"As estrelas do tipo B na nebulosa de Órion mostram um redshift sistemático relativo às linhas da nebulosa da ordem de + 10 km/s. Este valor é, por um fator de ordem 10, maior que o redshift previsto pela teoria da relatividade."* (Finlay-Freundlich, 1954).

Freundlich encontrou para as estrelas do tipo O um redshift de cerca de + 18 km/s. Analisando sistemas binários de estrelas, ele encontrou redshifts de 10 a 20

vezes o predito pela relatividade geral (redshift gravitacional). Sobre este último fato, ele escreve:

*"É bastante improvável que eles [os redshifts] sejam produzidos por um movimento sistemático das estrelas da Nebulosa de Órion relativo a ela própria, ou por um movimento sistemático das estrelas do tipo O relativo as estrelas B no mesmo aglomerado... Vemos, pois, que os valores elevados de redshifts revelam um efeito físico que não pode ser interpretado nem como deslocamento gravitacional nem como um verdadeiro efeito de recessão." (Finlay-Freundlich, 1954).*

Tentando explicar a natureza dos redshifts observados, Freundlich sugere a seguinte hipótese:

*"Eu proponho introduzir como hipótese adicional (o fato de) que a luz, passando através de profundas capas de campos intensos de radiação, perde energia - talvez devido a uma interação fóton-fóton - e que a energia perdida seja proporcional tanto à densidade do campo de radiação quanto ao comprimento do caminho atravessado pela luz através do campo de radiação." (Finlay-Freundlich, 1954).*

Freundlich conclui seu artigo dizendo:

*"O redshift não é devido a uma expansão do Universo, mas devido a uma perda de energia que a luz sofre nas imensas distâncias do espaço que ela atravessa, vinda dos mais distantes sistemas estelares... Assim, a luz deve estar exposta a algum tipo de interação com a matéria e a radiação no espaço intergaláctico." (Finlay-Freundlich, 1954).*

Louis De Broglie, em 1962, concorda com a idéia de um redshift causado pelo 'enfraquecimento' (ou fadiga) da luz, e não por um efeito Doppler. Escreve ele:

*"Um fóton vindo de uma nebulosa muito distante teria sua onda enfraquecida através de uma pequena atenuação ou absorção pela extremamente tênue matéria absorvedora que sabemos existir no espaço interestelar... Isto poderia resultar num gradual decréscimo*

*do quantum  $h.v$  e produzir assim um redshift através de um mecanismo bastante diferente da forte absorção do fóton ou do efeito Compton. O mecanismo real seria a contínua absorção 'fraca' da onda." (De Broglie, 1962).*

Quatro anos depois, em 1966, De Broglie continua mantendo esta posição:

*"No entanto, ainda não estou pessoalmente convencido de que a interpretação dos desvios espectrais observados seja devido a um efeito Doppler ligado com a expansão do Universo. Em minha opinião, o efeito observado poderia ser devido a um 'envelhecimento do fóton', isto é, a uma perda gradual de energia dos fótons durante sua longa viagem intergaláctica. Este efeito, no entanto desconhecido em qualquer teoria da luz, poderia ser devido a uma contínua perda de energia do fóton no meio circundante." (De Broglie, 1966).*

Além dos trabalhos citados aqui, que são "desconhecidos" dos livros-textos e da bibliografia em geral de Cosmologia Moderna (mesmo o clássico *Os Três Primeiros Minutos*, de S. Weinberg (1980), em seu capítulo 6, *'Digressão Histórica'*, não faz menção a nenhum dos autores citados no presente trabalho, que defendem a idéia de um universo estacionário), existem inúmeros outros artigos que apresentam redshifts *anômalos*. A referência (Reboul, 1981) lista 772 redshifts não explicados pelo efeito Doppler!

## **Da natureza da ciência**

Por que o Big Bang é a teoria paradigmática atual da Cosmologia Moderna? Segundo Weinberg (1980):

*"Porque (...) ficamos com o 'modelo padrão' [Big Bang]? Como foi que ele suplantou as outras teorias, inclusive a do estado permanente? É um tributo à objetividade da astrofísica moderna a afirmação de que o consenso foi atingido pela pressão dos dados empíricos, e não por variações de preferência filosófica nem pela influência de mandarins da astrofísica."*

É discutível a questão dos "dados empíricos", de que nos fala Weinberg. Halton Arp, em duas referências (Arp, 1973; 1989), apresenta dados empíricos sobre



redshifts de quasars que colocam em dúvida a questão de suas distâncias cosmológicas (nos confins do universo), ou seja, os quasars observados (de altos redshifts) parecem estar associados fisicamente a galáxias (de baixos redshifts) - ver tabela 2.

Tabela 2

<i>Galáxia</i>	<i>Redshift</i>	<i>Quasar</i>	<i>Redshift</i>
NGC 622	0,018	UB1 e BS01	0,91 e 1,46
NGC 470	0,009	68 e 68D	1,88 e 1,53
NGC 1073	0,004	BS01, BS02 e RS0	1,94, 0,60 e 1,40
NGC 3842	0,020	QS01, QS02 e QS03	0,34, 0,95 e 2,20

A questão que está em jogo é a concepção kuhniana da aceitação da comunidade científica de um paradigma, ou seja, a de que o esquecimento das fontes originais do conhecimento acaba por determinar uma escolha, numa atitude que define os problemas da ciência como resolvidos de fato. Aristóteles e Newton, e os que os seguiram, são os exemplos mais dramáticos destas escolhas.

Por exemplo, Einstein, ao tomar conhecimento do trabalho de Freundlich, responde em carta a Max Born:

*"Freundlich... não me abala de maneira alguma. Ainda que a deflexão de luz, o movimento do perihélio ou o desvio fossem desconhecidos, as equações da gravitação continuariam a ser convincentes, pois evitariam o sistema inercial (...). É realmente estranho que os seres humanos se mostrem geralmente surdos aos mais fortes argumentos, enquanto se inclinam a superestimar precisões de medida" (in: Feyerabend, 1985).*

Essa carta de Einstein é flagrante ao mostrar que a ciência é, sobretudo, *opção*. Tanto Freundlich quanto Einstein poderiam estar surdos um com relação aos argumentos do outro e vice-versa.

A questão é que o paradigma do Big Bang aí está porque, à medida que juntaram-se os "dados empíricos" posteriormente à teoria, a educação científica tratou de realizar o trabalho *seletivo*, expurgando teorias rivais, como Feyerabend e Kuhn já haviam salientado (ver citações do capítulo III). Relembrando, Feyerabend diz:

“... [se] os **cientistas** são copernicanos é porque lhes aceitamos a cosmologia tão arcaicamente quanto, no passado, se aceitou a cosmologia de bispos e cardeais.” (Feyerabend, 1985).

E Kuhn, citando Whitehead, escreve:

“Whitehead apreendeu esse aspecto bastante específico das ciências quando escreveu algures: 'uma ciência que hesita em esquecer os seus fundadores está perdida'.” (Kuhn, 1974).

A permanência da teoria do Big Bang demonstra a essência básica da ciência e de sua propagação pelo ensino: um constante e "quase natural" esquecimento das fontes originais do conhecimento.

### **Conclusão: que universo é esse?**

S. Weinberg, em seu *Os Três Primeiros Minutos*, escreve:

*"No princípio foi uma explosão. Não uma explosão como as que conhecemos na terra, principiando em um centro determinado e espalhando-se de forma a engolfar crescentemente as circunvizinhanças. A explosão primitiva ocorreu simultaneamente em toda parte, enchendo, desde o princípio, todo o espaço, com todas as partículas de matéria repelindo-se mutuamente. 'Todo o espaço', neste contexto, pode ser a totalidade de um Universo infinito, ou todo um Universo finito, que é curvo, como a superfície de uma esfera. Nenhuma das duas possibilidades é fácil de compreender, mas isto não nos deixará embaraçados; é inteiramente indiferente, no Universo primitivo, que o espaço seja finito ou infinito."* (Weinberg, 1980).

Mais adiante, Weinberg, escrevendo sobre o primeiro centésimo de segundo da Grande Explosão (a uma temperatura de  $10^{32}$  K), diz:

*"O 'horizonte', isto é, a distância além da qual seria impossível receber qualquer sinal (...), estaria neste instante a uma distância menor que um comprimento de onda de uma partícula típica em equilíbrio térmico. Falando com liberdade, cada partícula seria tão grande quanto o Universo observável!"* (Weinberg, 1980).

A esse respeito, Marmet escreve:

*"Outra afirmação enganosa é encontrada no mesmo volume (Misner et alii, 1973), num capítulo intitulado: "Cosmologias que violam a relatividade geral". Este capítulo procura justificar o modelo do Big Bang refutando outras cosmologias. No entanto, os autores não declaram que o modelo do Big Bang viola a relatividade geral de Einstein. De fato, o modelo do Big Bang leva a um átomo primordial contendo toda a massa do Universo, concentrada num volume próximo de zero. Este átomo primordial representa o exemplo mais extremo de um buraco negro que podemos imaginar. Uma vez que sabemos que nada pode ser emitido de buracos negros, como pôde o átomo primordial expandir-se?" (Marmet, 1991)*

Por estes dois autores, é possível discernir o abismo que separa duas concepções radicalmente diferentes de Universo. De um lado, um Universo que evolui numa alucinada expansão cósmica; de outro, um Universo eterno e estacionário, sem limites no espaço e no tempo. Esse abismo de concepções é encontrado mesmo em Giordano Bruno:

*"FILÓTEO - Afinal, para chegar ao âmago da questão parece-me ridículo afirmar que além do céu não exista nada e que o céu exista por si mesmo, localizado por acidente, e seja lugar por acidente, isto é, com respeito as suas partes. E qualquer que seja a interpretação dada a seu "por acidente", não se pode evitar de fazer de um dois, porque sempre é uma coisa o continente e outra o contido; e assim é de tal forma que, segundo ele próprio, o continente é incorpóreo e o contido é corpo; o continente é imóvel e o contido móvel; o continente é matemático e o contido físico. Então, qualquer que seja aquela superfície, continuarei perguntando: o que existe além dela? Se responderem que é o nada, a isto chamarei de vácuo, inane; e um tal vácuo, um tal inane que não possui forma nem qualquer termo ulterior, limitado, porém, do lado de cá. E isto é mais difícil imaginar do que pensar o Universo como um ser infinito e imenso. Porque não podemos fugir ao vazio se quisermos admitir o Universo como finito. Vamos ver agora se convém que exista tal espaço no qual não esta nada. Neste espaço infinito se encontra este Universo (seja por acaso, ou por*

*necessidade, ou por providência, por enquanto não me preocupo). O que me pergunto é se este espaço que contém o mundo seja mais apto a conter um mundo que outro espaço, existente mais além."* (Bruno, 1983).

Em carta dirigida ao autor do presente artigo, E. Wolf (1993), colaborador por muitos anos de Max Born, diz que este comentou o artigo de Freundlich (o de 1954), por considerá-lo cientificamente embasado. *"No entanto", diz Wolf, "tanto quanto sei, ele jamais afirmou que não acreditava num Universo em expansão, apesar dele não se sentir de todo confortável com a teoria do Big Bang"*. Com respeito a isso, podemos encontrar em Born (1962), um trecho significativo a respeito da 'origem' do Universo:

*"A 'origem' refere-se a nossa capacidade de descrever o estado das coisas em termos de conceitos habituais. Se existiu uma criação do nada, isto não é uma questão científica, mas é matéria de crença e além de qualquer experiência, como já sabiam os velhos filósofos e teólogos como Tomas de Aquino."* (Born, 1962)

O problema de um Universo em expansão foi sentido pelo próprio Hubble, quando o registro experimental passou a indicar 'velocidades de recessão' das galáxias cada vez maiores. De  $6 \times 10^{-3}$  vezes a velocidade da luz para 0,95 vezes a velocidade da luz, como é o caso de alguns objetos quasi-estelares (quasars). É realmente fantástico como um objeto das dimensões de uma galáxia possa estar viajando em direção oposta à nossa a uma velocidade quase igual à da luz!

Em seu livro *The Realm of Nebulae*, Hubble escreve:

*"Esta interpretação [a de que o redshift representa velocidade de afastamento] explica os redshifts como efeito Doppler, ou seja, como velocidades de afastamento, indicando um movimento autêntico de recessão. Podemos estabelecer com alguma confiança que os redshifts ou são velocidades de afastamento ou representam algum princípio até agora desconhecido na física."* (Hubble, 1936)

*Em 1937, Hubble (citado por Reber, 1986):*

*"A luz pode perder energia durante sua jornada através do espaço, mas se assim o for, nós ainda desconhecemos como a perda de energia pode ser explicada."*

Seis anos após a publicação do *The Realm of the Nebulae*, Hubble ainda escreve:

*"Os redshifts representam ou efeitos Doppler, recessão física da nebulosa, ou a ação de algum princípio ainda não identificado na natureza."* (Hubble, 1942)

Diante do exposto, podemos concluir que Hubble jamais descobriu a expansão do Universo. Podemos afirmar que ele descobriu o redshift cosmológico, associando ao desvio das raias espectrais um termo de "velocidade aparente".

Em seu artigo *The Problem of the Expanding Universe*, Hubble conclui:

*"Parece estarmos como nos dias de Copérnico, diante de uma escolha: um Universo pequeno e finito, ou um Universo indefinidamente grande mais um novo princípio da natureza."*(Hubble, 1942)

Hubble representa o homem diante da dúvida fundamental do *o que é o espaço* e do *o que é o tempo*. Seu trabalho é reinterpretado à luz de um Universo inflacionário (com início e fim, ou com uma expansão eterna) ou de um Universo estacionário (sem criação e infinito no espaço e no tempo).

Como Giordano Bruno, nos perguntamos constantemente se este espaço que contém o mundo é mais "apto a conter um mundo que outro espaço, existente mais além". Apesar de toda ciência e da história da Cosmologia Moderna, o céu acima de nós continua alheio aos nossos paradigmas. No frio Universo que cobre nossas cabeças continuarão a pairar, talvez para sempre, as dualidades: efêmero-eterno, finito-infinito e ciência-dogma...

## **Agradecimentos**

O autor gostaria de expressar seus agradecimentos ao Prof. Dr. André K. T. Assis, pelas ricas discussões acerca do presente tema e sobre a natureza da ciência; ao grupo tutorial PET-Física; às agências CAPES e CNPq, pelo apoio financeiro nos

últimos anos; e ao Centro Internazionale di Studi Bruniani dell'Istituto per gli Studi Filosofici di Napoli (Itália), pela oportunidade dada para seguir os estudos brunianos no Instituto Warburg, de Londres.

## **Bibliografia**

ALPHER, R.A. and HERMANN, R.C., Remarks on the evolution of the expanding universe, *Physical Review*, 75, 1089-1095, 1949.

ARP, H. et alii, *The redshift controversy*, W.A. Benjamin Publishers, Massachussets, 1973.

ARP, H., *La Contessa Sulle Distanze Cosmiche e le Quasar*, Jaca Book, Milano, 1989.

ASSIS, A.K.T. and NEVES, M.C.D., The redshift revisited, *Astrophysics and Space Science*, 227: 13-24, 1995a.

ASSIS, A.K.T. and NEVES, M.C.D., History of 2.7K temperature prior to Penzias and Wilson, *Apeiron*, 2: 79-87, 1995b.

BORN, M., On the interpretation of Freundlich's red shift formula, *Proceedings of the Physical Society A*, 67, 193-194, 1954.

BORN, M., *Einstein Theory of Relativity*, Dover Publications, New York, 1962.

BRUNO, G. (1983), *Sobre o Infinito e os Mundos*, in: "Os Pensadores", Abril Cultural, SãoPaulo, 1983.

BRUSH, S.G., How cosmology became a science, *Scientific American*, 267, 62-70, 1992.

DE BROGLIE, L., Remarques sur l'interpretation de la dualité des ondes et des corpuscules, *Cahiers de Physique*, 16, 425-445, 1962.

DE BROGLIE, L., Sur le déplacement des raies émises par un objet astronomique lointain, *Comptes Rendues de l'Academie des Sciences de Paris*, 263, 589-592, 1966.

EDDINGTON, A.S., *The internal constitution of the stars*, Cambridge University Press, reprint of 1926 edition, Cambridge, 1988.

FEYERABEND, P., *Contra o Método*, Livraria Francisco Alves, Rio de Janeiro, 1985.

- FINLAY-FREUNDLICH, E., Über die rotverschiebung der spektralliniem, *Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Gottingen*, 7, 95-102, 1953.
- FINLAY-FREUNDLICH, E., Redshifts in the spectra of celestial bodies, *Philosophical Magazine*, 45, 303-319, 1954.
- GAMOW, G., *The Creation of the Universe*, Viking Press, New York, revised edition, 42-43, 1961.
- GUILLAUME, C.-E., *La Nature*, 24, series 2, p. 234, 1896.
- HUBBLE, E., A relation between distance and radial velocity among extragalactic nebulae, *Proceedings of the National Academy of Science*, 15, 168, 1929.
- HUBBLE, E., *The Realm of the Nebulae*, Yale University Press, New Haven, 1936.
- HUBBLE, E., The problem of the expanding universe, *American Scientist*, 30, 98-115, 1942.
- KIEREIN, J., (08/04/2000), *Why the Big Bang is Wrong*, website: [www.angelfire.com/az/BIGBANGisWRONG/index.html](http://www.angelfire.com/az/BIGBANGisWRONG/index.html).
- KUHN, T.S., *A Função do Dogma na Investigação Científica*, in: J.D. Deus, "A Crítica da Ciência: Sociologia e Ideologia da Ciência", Zahar, Rio de Janeiro, 1974.
- MARMET, P., A new mechanism to explain observations incompatible with the big bang, *Apeiron*, 9, 45-53, 1991.
- MISNER, C.W. et alii, *Gravitation*, W.H. Freeman, p. 1279, 1973.
- NERNST, W., Weitere prufung der annahme lines stationaren zustandes im weltall, *Zeitschrift fur Physik*, 106, 633-661, 1937.
- PENZIAS, A.A., *Cosmology and microwave astronomy*, in: "Cosmology, Fusion & Other Matters", F. Reynes (ed.), Colorado Associated University Press, Boulder, 29-47, 1972.
- REBER, G., Intergalactic plasma, *IEEE Transactions on Plasma Science*, PS-14, 678-682, 1986.
- REBOUL, K.J., Untrivial red shifts: a bibliographical catalogue, *Astronomy and Astrophysics Supplement*, 45, 129-144, 1981.

REGENER, E., Der energiestrom der ultrastrahlung, *Zeitschrift fur Physik*, 80, 666-669, 1933.

WEINBERG, S., *Os Três Primeiros Minutos: Uma Discussão Moderna sobre a Origem do Universo*, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1980.

WOLF, E., Private communication, Rochester University, 1993.