

CAPÍTULO 1

O UNIVERSO

Existem incontáveis sóis e incontáveis Terras todas girando em volta de seus sóis do mesmo jeito que os sete planetas de nosso sistema solar. Nós vemos apenas os sóis, pois estes são os maiores corpos e os mais luminosos, mas seus planetas permanecem invisíveis para a gente por serem menores e não luminosos. Os incontáveis mundos no universo não são nem mais nem menos habitados do que nossa Terra.

Giordano Bruno

De l'Infinito, universo e mondi.

O universo está cheio de coisas misteriosas esperando pacientemente que o nosso espírito fique mais aguçado

Palavras otimistas de um filósofo anônimo.

1. Astronomia, Cosmologia e Astrofísica

Com toda certeza, a Astronomia é a mais antiga de todas as ciências. Desde 3.000 anos a.C, os chineses, assírios, babilônios e egípcios já observavam o firmamento com objetivos práticos como, por exemplo, medir o tempo, determinar a época mais apropriada para plantio e colheita de alimentos ou até mesmo com o objetivo de prever o futuro e determinar a influência dos astros sobre os seres humanos (Astrologia). Uma das mais antigas descobertas foi a determinação, relativamente precisa, da duração do ano (inclusive na cultura asteca), das fases da lua e das estações do ano. Não é nosso intuito fazer um histórico da evolução da Astronomia ao longo da cultura humana, mas vale a pena lembrar que o ápice dessa ciência na Antigüidade deu-se na Grécia antiga (600-400 a.C.), somente sendo ultrapassada a partir do século XVI.

Atualmente, a Astronomia é uma ciência tecnologicamente muito sofisticada que tem por objeto, o estudo da constituição, posição relativa, mapeamento e movimento dos astros ou corpos celestes existentes por todo o universo. Essa sofisticação compre-

ende dois grandes ramos: a Cosmologia e a Astrofísica, ambos na vanguarda do conhecimento do universo, atuando em uma interface nem sempre muito clara. (1, 2).

A Cosmologia tem por objeto o estudo da estrutura e origem do universo, além de descobrir as leis que o regem num sentido mais amplo. Os cosmólogos desenvolveram e vêm desenvolvendo as mais diversas teorias e leis num esforço de desvendar o enigma do universo, contando para isso com os recursos da Astrofísica e da Física moderna. (3)

A Astrofísica, por sua vez, é o ramo da Astronomia que cuida da constituição física e química dos astros disseminados pelo Espaço e que, no seu conjunto, constituem o universo. Ela trata do uso dos radiotelescópios, do telescópio Hubble (no espaço), do telescópio Chandra (raios X), da espectrofotogrametria, dos desvios espectrais, etc. (4)

Já a Física moderna, cuida de dar respostas, às grandes questões da estrutura da matéria e das partículas (de matéria e de energia) existentes e atuantes no interior do núcleo atômico (força nuclear forte e decaimento radiativo). Trata, também, do estudo das várias formas de energia que atuam fora do núcleo (força nuclear fraca e magnetismo), bem como da força da gravidade e das leis que a regem entre si e no seu conjunto. Desde a década de 50, os físicos vêm teorizando sobre a unificação dessas forças no sentido de obter-se uma possível “Teoria do Tudo”, apaziguando assim, a Teoria Quântica, que cuida do microcosmo e a Teoria da Relatividade Geral, que cuida do macrocosmo.

2. Teorias sobre a formação do universo

Ao longo dos tempos, desde as mais remotas eras, o homem não só contemplou infinitas vezes o firmamento como deve ter se questionado sobre a forma e a extensão do espaço e os astros que ele abriga, isto é, sobre o cosmo.

Foram os gregos de quem tanta cultura herdamos, seja na literatura, seja nas artes, seja no campo filosófico e até mesmo na área das ciências naturais, os quais nos passaram as primeiras idéias sobre o universo. Por volta de 600 a.C., Anaximandro admitia que o cosmo tivesse surgido da água. Idéia esdrúxula, mas não foi contestada durante 200 anos!

Ainda na Grécia, em 400 a.C., Eudoxo de Cnido, aproveitando uma idéia de Pitágoras, criou o **modelo geocêntrico**, colocando a Terra no centro do universo. Em 200 a.C., Ptolomeu e Aristóteles adotaram e difundiram este modelo, que prevaleceu durante quase 2000 anos.

Somente no século XVI, surgiram os primeiros movimentos no sentido de alterar este modelo. Nicolau Copérnico (1473-1543) foi o primeiro a sugerir que o Sol era o centro do universo e não a Terra, teoria que tomou o nome de **modelo heliocêntrico**. Giordano Bruno (1548-1600) acrescentou que o universo não tinha limites, era infinito e, por contrariar os ensinamentos da Igreja Católica, foi julgado e queimado pela Inquisição. Galileu Galilei (1564-1642) apoiou esta teoria e foi obrigado a negá-la, sob confissão, para não ter o mesmo fim que Giordano Bruno.

No século XX surgiu a teoria do **modelo finito** do universo, em constante expansão, proposto por George Lemaître e Alexander Friedman. Em 1950, Fred Hoyle tentou ridicularizá-los, chamando-a de teoria do *Big Bang*, nome que acabou sendo

adotado para essa teoria, que também prega a existência de quatro dimensões no universo. Esta é a teoria mais aceita atualmente.

Em 1960, surgiu a **teoria do multiverso**, que prega a existência de mais de um universo no espaço infinito, haja vista que a teoria do *Big Bang* não respondeu duas questões, a saber: primeiro, o que existia antes e segundo, o que há além do espaço do universo.

No início do século XXI (2001), surgiu a **teoria ecpirótica**, que defende a idéia de que o universo teria surgido do choque entre duas “membranas cósmicas”, as *branas*, a partir de uma quarta dimensão do espaço e que este choque, teria sido percebido como o *Big Bang*. Se a teoria da relatividade e a teoria quântica estiverem corretas, diz uma corrente de físicos, esta é uma teoria que faz sentido.

3. Um pouco mais sobre a teoria do *Big Bang*

Como dissemos acima, atualmente é a teoria mais aceita sobre a origem do universo, que foi estabelecida pelo cientista russo, naturalizado norte-americano, George Gamow em 1948. Ele postulou que o universo teve origem entre 13 e 20 bilhões de anos atrás e se formou a partir de uma concentração de matéria e energia extremamente densa e quente, situada em um único ponto (ponto zero – não dimensão zero). Nesse momento, o tamanho do universo seria quase zero. Nele estava contida toda a matéria de forma tão concentrada, que sua temperatura seria quase infinita. Segundo essa teoria, esse ponto teria sido o começo dos tempos e, a partir dele, teve início a formação e a expansão das galáxias. Os físicos fazem uma descrição especulativa e pormenorizada dos eventos desde o instante zero, isto é, a partir do exato momento da explosão ou *big bang*, mas nós não vamos nos preocupar com isso aqui. Uma das evidências do acerto dessa teoria é que as galáxias estão afastando-se umas das outras, como acontece com os destroços de uma explosão, conforme verificaram os astrofísicos. Ainda não foram respondidas pela comunidade científica, duas grandes perguntas: qual o motivo pelo qual nosso universo teria sido estruturado da forma como o foi e, porque ele teria sido criado.

Segundo essa teoria, desde a sua formação, o universo vem se expandindo e resfriando. Físicos e cosmólogos admitem que, no primeiro milésimo de segundo da criação, teria existido somente uma mistura de partículas subatômicas composta de *quarks* e elétrons, que são as formas de matéria (partículas) mais fundamentais conhecidas pela ciência.

Nessa primeira etapa de formação, com o resfriamento decorrente da expansão, os *quarks* que se movem inicialmente em velocidades próximas à da luz, entram em desaceleração em razão da redução da temperatura e, por isso, deixam de existir como partículas livres. É o momento em que eles se associam uns aos outros para formar os prótons e os nêutrons, o que ocorre entre os dez primeiros minutos de idade do universo, havendo a formação dos núcleos mais simples, na forma de hidrogênio, constituído de apenas um próton. Ao mesmo tempo, são formados também, núcleos de hélio, o segundo átomo da escala atômica, composto de um próton e um nêutron. Nesta altura, toda a matéria do universo que está na forma de plasma, é constituída desses dois núcleos, ainda sem os elétrons, na proporção de 75% de hidrogênio e 25% de hélio.

Ainda hoje, esses são os dois principais elementos químicos mais abundantes no universo, representando mais de 90% de toda a matéria conhecida.

A terceira etapa dessa história fantástica, começa cerca de 300 mil anos depois do início da grande explosão, com a junção dos elétrons aos núcleos atômicos para formar os primeiros átomos completos. Devido à alta gravidade ainda reinante até aquele momento, a luz não conseguia escapar da massa em expansão, até que um ponto crítico foi alcançado e fez-se a luz! Até então, ela fazia parte da expansão, no mesmo ritmo em que esta ocorria junto à matéria e tudo estava às escuras.

Daí para frente, o universo torna-se transparente e luminoso e os fótons, que são partículas de luz, libertam-se e passam a interagir em menor grau com os átomos. Estes fótons deixaram rastros ou “fósseis”, atualmente captados pelos nossos melhores telescópios, inclusive o Hubble, de que falaremos mais adiante. Decorridos quase um bilhão de anos desde o *Big Bang*, os átomos agregam-se e começam a formar as primeiras galáxias.

4. O Espaço e seu conteúdo

Para se ter uma idéia da grandiosidade do universo, apresentamos a seguir uma pequena descrição dos principais objetos celestes, sem a pretensão de esgotar o assunto, já que este não é o objetivo deste livro.

* As galáxias

Uma galáxia é formada por uma imensa quantidade de estrelas, nebulosas e matéria interestelar. As galáxias são de três tipos ou formas: elípticas, espirais e irregulares. Por sua vez, as galáxias organizam-se em grupos ou aglomerados. A nossa galáxia, Via Láctea, é do tipo espiral e pertence ao chamado Grupo Local, um dos menores grupos, contendo cerca de 40 galáxias. Além de pertencer ao menor grupo, possui a forma de um disco com diâmetro de 130.000 anos-luz e espessura máxima, no centro, de 12.000 anos-luz. Um dos maiores grupos, o Grupo das Virgens, possui 2500 galáxias! Os grupos de tamanho médio contêm cerca de 100 a 500 galáxias. Dentro do nosso grupo de galáxias, a Via Láctea é a maior, seguida de Andrômeda, que é do tipo elíptica. (6)

O nosso Sol, com o sistema solar, está situado em um dos braços da espiral a dois terços do centro. Para dar uma rotação em torno do núcleo da galáxia, o Sol leva 225 milhões de anos! (6)

Para calcular o número de galáxias, os cientistas apontaram o telescópio Hubble em direção a um minúsculo ponto celeste do tamanho de um grão de areia observado a um metro de distância. A luz que vinha das estrelas, daquele ponto, era tão fraca, que foram precisos dez dias consecutivos de exposição para se obter uma boa imagem. Pois bem, só ali o exame da imagem revelou a existência de 620 galáxias, das mais diferentes distâncias, tamanhos e formas. Com base nesta e em muitas outras observações e estudos, pesquisadores extrapolaram os resultados e chegaram à incrível estimativa de que em todo o universo podem existir cerca de 125 bilhões de galáxias! Esta

cifra é 50% mais alta que a estimativa anterior. Cada uma dessas galáxias tem entre 100 milhões a 1 bilhão de estrelas, como o nosso Sol. Algumas dessas estrelas estão situadas a 12 bilhões de anos-luz, isto é, cerca de 1 bilhão de anos após formado o universo. (5)

✧ As estrelas

Uma estrela pode ser definida como um objeto celeste, em geral de forma esférica, em cujo interior a temperatura e a pressão são elevadíssimas, principalmente no centro. Nas estrelas, ocorrem reações termonucleares com liberação de considerável quantidade de energia, que se propaga do centro para a periferia. Desta, a energia é transmitida ao espaço interestelar na forma de radiações eletromagnéticas, da qual o calor e a luz constituem modalidades.

As estrelas reúnem-se em grupos ou aglomerados do tipo aberto e globular. Só em nossa galáxia, há cerca de 100.000 grupos abertos, dos quais somente cerca de 1.100 são conhecidos. As formações globulares são contadas entre 10.000 e 1.000.000. (6, 7) Ao todo, estima-se que, somente na Via Láctea exista cerca de 400 bilhões de estrelas! (7)

Como nasce uma estrela? (8) Por atuação da força gravitacional, ocorre a aglomeração do material contido nas nebulosas, representado principalmente por nuvens de hidrogênio e hélio e poeiras. Este processo, que leva à contração dos gases, aumenta também a temperatura do material aglomerado, até um ponto em que se inicia a fusão termonuclear e, desde que haja gás suficiente, estará formada uma estrela. Caso não haja gás suficiente (menos de até 50 vezes o tamanho do planeta Júpiter), forma-se, então, uma *anã marrom*. (8)

E como morre uma estrela? O produto da “morte” de uma estrela depende de sua massa (8). Se a sua massa for menor que oito vezes a massa de nosso Sol, ao se esgotar o seu combustível nuclear (hidrogênio), forma-se uma *anã branca*, em torno da qual pode ou não haver uma nebulosa planetária, passando antes pela fase conhecida como *gigante vermelha* em que a expansão dos gases aumenta consideravelmente o diâmetro da estrela. É o que poderá acontecer com o nosso Sol, que já tem 4,5 bilhões de anos de existência e, daqui a mais 4 bilhões de anos, seu diâmetro estará chegando próximo à órbita de Marte! Se a massa da estrela for oito vezes ou mais, maior que o nosso Sol, o processo de exaustão do combustível nuclear pode se tornar catastrófico. Isso acontece porque, num certo momento de sua existência, começa a se formar ferro e outros elementos mais pesados que se esfriam na forma sólida, ocasionando um colapso da estrela. Os destroços ricocheteiam no núcleo e são lançados no espaço, bem como os gases, para formar uma nova nebulosa. Uma das duas situações seguintes pode ocorrer com o núcleo remanescente: se sua massa for maior que 2 ou 3 vezes a massa do Sol, forma-se um *buraco negro*; se for menor, forma-se uma *estrela de nêutrons*. (8) Uma explosão descontrolada de uma estrela massiva (massa acima de oito vezes a massa solar) pode dar lugar a uma *supernova*, que resulta num brilho intenso que pode durar meses. A última supernova detectada foi a SN1987, da galáxia Grande Nuvem de Magalhães, pelo Observatório Las Campanas – Chile, em 24 de fevereiro de 1987. Sua carga de neutrinos atingiu a terra duas horas após ser vista. (11)

* Anãs brancas

Quando a massa de uma estrela moribunda atinge valor menor que 2 ou 3 massas solares, ela se transforma em uma anã branca. (7) Para se ter uma idéia, o diâmetro do Sol é de 1.400.000 km e ele poderá dar lugar, daqui a 3 ou 4 bilhões de anos, a uma anã branca, com diâmetro aproximado de 10.000 km, isto é, aproximadamente o tamanho da terra, mas com uma densidade muitíssimo maior.

* Buracos negros

Os buracos negros são corpos celestes maciços (com grande densidade) e, portanto, com elevadíssimo campo gravitacional, com condições de sugar toda e qualquer matéria que se aproxima do horizonte de eventos (próximo a sua borda) e ultrapasse o limite de singularidade, não escapando sequer a luz. Ele se forma pela morte de uma estrela de massa acima de oito vezes a massa do Sol e que tenha esgotado todo o seu combustível nuclear e dele se livrado, ficando apenas o seu núcleo maciço contendo ferro e elementos mais pesados. Buracos negros foram detectados pelo telescópio Hubble e pelo telescópio Chandra, ambos operando em satélites no espaço, que captam as suas emissões de raios X. Os buracos negros têm um fortíssimo campo gravitacional, giram a altíssima velocidade e acompanham o processo de expansão do universo. Um exemplo de buraco negro é o objeto estelar Cygnus XR - 1. (7)

* Estrelas de nêutrons

As estrelas de nêutrons são corpos celestes com massas super concentradas. Sabemos que as estrelas evoluem durante milhões e milhões de anos. Com as estrelas que tiverem massa inicial acima de dez vezes a do Sol, acontece algo de especial. Depois de explodirem como *supernova*, o núcleo fica extremamente concentrado, criando condições para que os elétrons se comprimam com os prótons, formando nêutrons. O resultado será uma *estrela de nêutrons* na qual se poderia comprimir a massa de um Sol e meio em uma área de 20 km de diâmetro. (9)

* Anãs marrons

São estrelas que falharam na sua formação. Por isso mesmo, as anãs marrons não combinam com a idéia de um universo perfeito. Em geral, são consideradas estrelas que não deram certo, porque não tiveram massa suficiente para iniciar o processo de fusão nuclear em seu interior. Portanto, elas não conseguem emitir calor nem luz própria: são frias e escuras. Algumas vivem isoladas, outras fazem parte de um sistema binário em que uma estrela marrom gira ao redor de uma estrela maior. Esquisitas e raras, elas ainda precisam ser mais bem estudadas e explicadas. (10)

* Quasares

Os quasares são fontes de forte emissão eletromagnética (ondas de rádio) com uma aparência semelhante à das estrelas, de cor azulada. Seu nome vem das iniciais dos dizeres *Quasi Stellar Radio Sources*. O primeiro quasar foi descoberto em 1961. São também tidos como buracos negros encontrados no centro de algumas galáxias, além de serem muito compactos (altíssima densidade) e muito brilhantes, alguns com brilho até um trilhão de vezes mais intenso que o Sol. As massas dos quasares vão de 1 bilhão a 1 trilhão de vezes a massa do Sol. Acompanham o processo de expansão do universo a uma velocidade que chega a décimos da velocidade da luz. (7)

* Pulsares

Os pulsares são estrelas de nêutrons com rádios-pulso. (9) Estima-se haver cerca de 1 bilhão de pulsares somente na Via Láctea, das quais cerca de 1000 já são conhecidas. O primeiro pulsar foi descoberto por Anthony Hewish em 1967 (prêmio Nobel de 1974). Quando a massa de uma estrela moribunda atinge valor menor que 3,2 massas solares, ela se transforma em uma estrela de nêutrons. (7) Um pulsar tem um período de pulsação de 1,337 segundos, com um período de rotação de 4,4 segundos quando muito longo e de 0,0016 segundos quando muito curto, estes girando com velocidade de 625 voltas/segundo! (7, 10)

* Nosso sistema solar

O Sol é a nossa estrela, sendo responsável pela temperatura, evaporação e aquecimento, além dos diversos processos biológicos que ocorrem com plantas e animais de todas as espécies.

O sistema solar é formado por nove planetas - Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno e Plutão – além dos sessenta e um satélites que orbitam os planetas e um grande número de pequenos corpos conhecidos por asteróides e cometas. Um décimo planeta, com o nome de Sedna, localizado além de Plutão, teve sua descoberta anunciada em 2005, achando-se em processo de verificação ou confirmação. Desses planetas, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno são gasosos. As órbitas de todos esses corpos celestes são elípticas, sendo que os cometas possuem órbitas extremamente excêntricas.

Estudos científicos indicam que o Sol deve ter se formado há aproximadamente 4,5 bilhões de anos. Sua massa é cerca de 300 mil vezes maior do que a do planeta Terra, sendo seu diâmetro próximo a 1.400.000 quilômetros. A distância entre a Terra e o Sol é de aproximadamente 150 milhões de quilômetros. A temperatura média no núcleo do Sol chega a 15 milhões de graus Celsius. Nesta parte mais interior da estrela, ocorrem reações nucleares como, por exemplo, a fusão entre átomos de hidrogênio. Na fotosfera

ou superfície, o Sol emite luz, calor e outras formas de energia, como os raios cósmicos. Ainda compõe o Sol uma camada de gases que envolvem a estrela.

A cada ciclo de onze anos, o Sol passa por um período de extrema agitação, enviando para a Terra, tempestades solares. O assim chamado “vento solar”, carregado de eletricidade (ionizado), quando chega à Terra, acaba por interferir nos sistemas eletrônicos, redes de energia, computadores, aparelhos eletrônicos, sistemas de comunicação entre aviões, navios e satélites. Estas mesmas ondas de energia e eletricidade chegam a criar as conhecidas auroras boreal e austral, fenômeno em que o ar brilha nas regiões próximas aos pólos magnéticos da Terra, gerando um espetáculo de luzes e cores nos céus.

Do ponto de vista químico, o Sol é formado pelos seguintes elementos: 73% de hidrogênio, 25% de hélio e 2% de outros elementos.

✦ Planetas fora do sistema solar (exoplanetas)

Procurar planetas orbitando estrelas de nossa galáxia (Via Láctea) e de outras, tornou-se uma tarefa excitante para os astrônomos e astrofísicos de nossa era. Vale a pena citar aqui o que disse Giordano Bruno no final do século XVI, em sua *De l'Infinito, universo e Mondi*:

Existem incontáveis sóis e incontáveis Terras todas girando em volta de seus sóis do mesmo jeito que os sete planetas de nosso sistema solar. Nós vemos apenas os sóis, pois estes são os maiores corpos e os mais luminosos, mas seus planetas permanecem invisíveis para a gente por serem menores e não luminosos. Os incontáveis mundos no universo não são nem mais nem menos habitados do que nossa Terra.

É atribuída a Jesus a frase: “*na casa do Pai existem muitas moradas*” – convém notar a semelhança desta afirmação intuitiva com a de Giordano Bruno em *De l'Infinito, universo e mondi*, citação que consta do início deste capítulo. É impressionante, realmente extraordinário como elas estão se confirmando através da recente corrida para a descoberta de novos planetas fora do nosso sistema solar, os assim já chamados de exoplanetas!

Em julho de 2004, já passava de 230 o número de exoplanetas descobertos no curto prazo de dez anos! (15) Com o aprimoramento das técnicas utilizadas nessas descobertas, em poucas décadas, possivelmente teremos registrado milhares deles. A NASA e a Agência Espacial Européia têm planos para lançar quatro futuras missões orbitais super equipadas com equipamentos sofisticadíssimos. Estes trabalhos serão feitos, também, em coordenação com a SETI – *Search for Extraterrestrial Intelligence*. Podemos até ter a chance de poder visualizar, pela primeira vez, um exoplaneta.

Em 1991, foi descoberta, pelo Radiotelescópio de Arecibo, uma estrela não parecida com o nosso sol, em volta do pulsar PSR-1257+12. Em 1995, outra estrela, agora parecida com o sol, foi descoberta por Michael Mayor e Didier Queloz, junto à estrela 51 Pegasi. Em maio de 1998, o Telescópio Hubble detectou uma imagem junto

à estrela TMRC-1C. Finalmente, em 1999, pela primeira vez por observação direta, foi descoberto visual e telescopicamente junto à estrela HD269458, um novo planeta, tendo-se medido o seu diâmetro. Em 2001, já haviam sido catalogados cerca de 21 exoplanetas. Daí até os dias de hoje (agosto de 2005), este número já ultrapassa 230.

Nos dias de hoje, os astrônomos já dispõem de cinco métodos para executar esse trabalho e um serve para confirmar o outro. Este trabalho é possível, devido ao avanço dos métodos visuais, pois, até recentemente, os astrônomos tinham que se basear em medidas precisas da velocidade da estrela, em muitos casos, realizadas ao longo de vários anos. Não vamos descrever aqui os métodos utilizados porque não é o nosso objetivo nos aprofundarmos no assunto, mas podemos informar que já se pode calcular e medir, entre outras coisas, a rapidez da rotação, a massa do planeta, o seu volume, a sua densidade, a distância da estrela e as características da órbita.

O nosso conhecimento sobre os novos sistemas solares está se alargando de uma maneira inesperada, principalmente se tomarmos o perfil do sistema solar como base, onde o planeta mais próximo do Sol é pequeno, rochoso (sólido) e sem atmosfera (Mercúrio). Já os intermediários, têm tamanho médio, são rochosos e têm algum tipo de atmosfera (Vênus, Terra e Marte) e num deles viceja a vida em toda sua plenitude. Quanto aos mais distantes, são essencialmente gasosos e gigantescos (Júpiter, Saturno e Netuno). Plutão é o penúltimo planeta, também sólido. Do último planeta do sistema solar, descoberto em 2005, de nome Sedna, ainda não estão disponíveis informações confirmadas.

Curiosamente, não é com esse perfil de distribuição que têm se apresentado os sistemas onde os exoplanetas foram descobertos. Assim, “Existem planetas que têm 14 vezes a massa de Júpiter e estão mais perto da estrela que orbitam do que Mercúrio do Sol. Outros têm órbitas altamente elípticas, variando suas distâncias da estrela quase tanto quanto o tamanho do sistema solar. A maioria gira ao redor de sua estrela em velocidades assustadoras: um deles completa o seu “ano solar” em menos de três dias. Assim, ou ele está muito perto da estrela, ou gira muito depressa (ou ambos!). O menor planeta achado até hoje é do tamanho aproximado de Júpiter e gira em torno de uma estrela muito parecida com o Sol. Também foi achado um planeta que orbita a uma distância quase igual à da Terra ao Sol, o que levanta a possibilidade de abrigar formas de vida”. (15)

A Astronomia entrou pelo século XXI com enormes e excitantes perspectivas. Tudo nos leva a crer que, “um dia seremos capazes de visualizar esses planetas, ou até de determinar evidências indiretas de que eles abrigam vida semelhante à nossa. Nesse dia, nossa concepção sobre nós mesmos e sobre o destino da humanidade sofrerá uma mudança irreversível”. (15)

5. O maravilhoso telescópio espacial Hubble

O telescópio espacial Hubble foi batizado com o nome do astrônomo Edwin Powell Hubble (1889-1953) que, em 1924, descobriu a existência de outras galáxias, além da Via Láctea. Este fantástico instrumento, que envia cerca de 5 *gigabytes* de infor-

mação por dia sobre o universo, acaba de completar quinze anos de existência e custou cerca de dois bilhões de dólares. Só para ilustrar, no ano de seu lançamento (1990), ele enviou mais informações sobre o universo do que tudo o que se sabia dele até 1990. Além das informações técnicas e parâmetros astronômicos da mais variada natureza, até abril de 2005, tinha enviado para a NASA, cerca de 700.000 fotografias de quase todo o universo, ampliando incomensuravelmente o conhecimento humano sobre o mesmo. Este maravilhoso equipamento foi planejado e projetado nos anos 40-50, construído nos anos 70-80 e posto em órbita em 24 de abril de 1990. Sua “resolução de 0,1 segundo de arco pode “ver” uma bola de futebol a 500 km de distância ou distinguir os faróis de um carro situado na Lua! Isto é uma resolução dez vezes superior ao melhor telescópio colocado na superfície da Terra”. (16)

Se o Hubble fosse um telescópio colocado no solo, ele seria um telescópio de “potência” média. A “potência” de um telescópio está na quantidade de luz que ele pode receber instantaneamente de um objeto e isso, por sua vez, é função do seu diâmetro. O Hubble é um telescópio refletor (seu elemento óptico principal é um espelho), com 2,40 metros de diâmetro. Os dois maiores telescópios do mundo estão no observatório de Mauna Kea, no Havaí e têm dez metros de diâmetro, cada um. Atualmente, há vinte e oito telescópios maiores que o Hubble, espalhados pelo mundo, em funcionamento. Mais que um telescópio, o Hubble é um verdadeiro observatório espacial, contendo instrumentação necessária para vários tipos de observação. Ele contém três câmeras (de grande campo, inclusive para objetos escuros), um detector astrométrico, um espectrógrafo de alta resolução e um espectrógrafo de alta velocidade, além de computador de bordo. A nova câmara instalada pesa 315 quilos e é tão poderosa, que permite registrar imagens um milhão de vezes superior às captadas pelo olho humano! (17) Além de fotografar os objetos e medir com grande precisão suas posições, é capaz de “dissecar”, em detalhes, a luz que vem deles. O Hubble está em uma órbita baixa, a 600 km da superfície da Terra e gasta apenas 95 minutos para dar uma volta completa em torno de nosso planeta. A energia necessária para o seu funcionamento é coletada por dois painéis solares de 2,4 x 12,1 metros cada. A sua massa é de 11.600 kg. (16)

O Hubble foi reparado em pleno espaço mais de uma vez, para corrigir um grave defeito em sua óptica, pois falhou ao focar com precisão (espécie de “miopia”) os objetos, principalmente os mais fracos, com a precisão planejada e desejada. Esse defeito foi “diagnosticado” como aberração esférica, uma distorção óptica causada por uma forma incorreta de seu espelho principal. Perto das bordas, a curvatura desse espelho estava menor do que deveria, ou seja, aproximadamente 1/50 da espessura de um fio de cabelo humano. Trocar o espelho seria algo caro e difícil. A solução adotada foi projetar uma óptica corretiva para seus instrumentos. Essa óptica foi instalada com grande sucesso, em dezembro de 1993. (16)

O Hubble excedeu a todas as expectativas dos seus criadores, a ponto de recentemente a NASA noticiar que iria desativá-lo por falta de verbas e problemas recentes com o ônibus espacial. Esta notícia gerou protestos na comunidade astronômica de todo o mundo. Seus objetivos foram todos alcançados e podem ser resumidos como sendo “investigar corpos celestes pelo estudo de suas composições, características físicas e dinâ-

micas; observar a estrutura de estrelas e galáxias e estudar suas formação e evolução; estudar a história e evolução do universo. Para atingir esses objetivos, a pesquisa do Hubble é dividida em “Galáxias e Aglomerados; Meio Interestelar; Quasares e Núcleos Ativos de Galáxias; Astrofísica Estelar; Populações Estelares e Sistema Solar”. (16)

O substituto do Hubble vem aí. O grande objetivo de seu substituto, chamado Telescópio Espacial de Nova Geração – NGST, mas que também está sendo chamado de WEBB, (17) a ser lançado entre 2010 e 2012, é chegar aos limites do tempo-espaço, ou seja, chegar às origens do universo. Ele ficará numa órbita muito mais alta, entre a Terra e a Lua, fora do alcance dos ônibus espaciais e operará a uma temperatura bem mais baixa do que a atual. Isso permitirá uma sensibilidade milhares de vezes mais sensível do que a dos atuais telescópios instalados na superfície terrestre. (17) Seus objetivos: “determinar a idade e o tamanho do universo, mapear sua evolução e desvendar os mistérios das galáxias, estrelas, planetas e da própria vida”. (18)

Apenas para completar estas informações, não poderíamos deixar de apresentar alguns dados sobre o Observatório Chandra de Raios X (orbital) que, junto com o Hubble, é responsável pela revolução astronômica dos últimos cinco anos. Lançado em 23 de julho de 1999 pela NASA, o Observatório Chandra, nome dado em homenagem ao físico Indiano Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995), que recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1983, tem por finalidade pesquisar, mapear e detectar fontes de emissão de Raios X e Raios Gama como, por exemplo, os buracos negros, quasares, pulsares, supernovas, etc. Tem sua órbita entre a Terra e a Lua, com perigeu a 16.000 km e apogeu a 13.3000 km, oferecendo, pois, uma grande excentricidade. Possui dois espelhos de 1,2 metros e quatro outros de menor diâmetro. Além dos detectores de Raios X e Raios Gama, possui câmeras sensíveis a Raios Gama e Espectroscópio de Raios Gama. Oitenta e cinco por cento de sua órbita está acima do cinturão de Van Allen (nuvem de partículas carregadas que envolvem a Terra) permitindo 55 horas de observação a cada ciclo. Há outros observatórios de Raios X, tanto orbitais como baseado em terra, mas não chegam nem de perto da relevância do Observatório Chandra.(19)

6. A teoria inflacionária

A teoria da expansão do universo, que os físicos consideram com todo o rigor científico, é uma consequência direta da Teoria do *Big Bang*. Devemos lembrar que o físico Albert Einstein previu, nas equações que embasam a sua Teoria da Relatividade Geral (1915), a evolução do universo. Essa hipótese foi corroborada em 1922, pelo físico e matemático russo Alexander Friedmann (professor de George Gamow), que descobriu uma solução para as Equações Cosmológicas que apontam para um universo em expansão. Em 1929, os astrônomos Edwin Powell Hubble (1889-1953) e Milton Humanson (1891-1972), confirmaram a expansão das galáxias, atestando assim a expansão do universo, tudo de acordo com a lei de Hubble. Segundo essa lei, todas as

outras galáxias afastam-se da nossa própria galáxia - a Via Láctea, numa velocidade proporcional a sua distância da Terra.

Ao longo dos anos, muitas evidências sobre a validade da Teoria do *Big Bang* vêm sendo acumuladas pelos astrofísicos, a ponto de muitos afirmarem hoje que ela tem 99,9% de validade. Esta quase certeza, resulta da descoberta, em 1965, por Arno Penzias (1933 -) e Robert Wilson (1936 -), da chamada “radiação de fundo”, que resultou da formação do universo, quando a luz (Força) e a Matéria se libertaram uma da outra, há cerca de 13 bilhões de anos. Isso porque essa radiação ainda permanece no espaço, captada, não como luz, mas como ruído de fundo na forma de microondas, tendo sua maior intensidade na frequência de 1,1 mm. Seu nome é “radiação de fundo cósmica” e ela é uniforme em qualquer direção em que apontam os equipamentos de recepção. Por essa descoberta, Penzias e Wilson ganharam o Prêmio Nobel de Física, em 1978. Mais recentemente, em 1990, o satélite COBE - *Cosmic Background Explorer*, lançado pela NASA (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço), fez um mapeamento das regiões onde é intensa a produção dessas microondas. Trata-se, portanto, de uma fantástica radiografia do universo, 300.000 anos após a sua formação, quando as estrelas ainda não tinham iniciado a sua formação. Desde o final de 1998, numerosas observações astronômicas levaram os astrofísicos a concluir que o ritmo da expansão do universo vem se acelerando a uma taxa entre 5% a 6%, a cada bilhão de anos. O mérito da determinação dessa taxa de expansão coube às equipes dirigidas pelos norte-americanos Saul Perlmutter e Brian Schmidt.

Alan Guth, respeitado físico do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), começa o seu trabalho, intitulado “Uma eternidade de bolhas”, com a seguinte frase: (20)

Se a teoria inflacionária da cosmologia for correta, significa que o universo está bem longe daquilo que tínhamos pensado. Provavelmente o universo também é muito mais velho do que nós pensamos, e não inclui apenas um, mas uma infinidade de *big bangs*.

Apesar do nome, a forma clássica da teoria do *Big Bang* não é realmente uma teoria de uma explosão por completo. Ela realmente descreve só o resultado da explosão. Ela descreve como o universo primitivo, quente e denso, expandiu-se e esfriou-se; descreve como os elementos químicos leves foram sintetizados durante esta expansão, e como a matéria coaguló para formar galáxias e estrelas. Mas não diz nada sobre o que explodiu, ou o que causou esta explosão e, então, não faz nenhuma previsão sobre a uniformidade do universo logo após a explosão.

O seu artigo parte para outras considerações em busca de uma explicação para o que os físicos chamam de “vazio” e “falso-vazio”, que não cabe no contexto desse capítulo. O que realmente interessa aqui é mostrar que, apesar da grande validade da teoria inflacionária, ela ainda deixa muitas perguntas sem respostas.

Então, nós devemos levantar duas terríveis dúvidas a respeito dessa teoria. Primeira: qual o motivo pelo qual o nosso universo teria sido criado e, segunda, por que ele teria sido criado da forma como foi criado. É de se considerar também que, no instante inicial, não havendo ainda o espaço, como expandir alguma coisa, qualquer que seja, do nada ou quase nada para o tudo ou o quase tudo, que é o espaço atual e o que ainda será preenchido com a própria expansão em andamento? Isso me parece uma grande charada, difícil de explicar e para a qual a mente humana não está à altura de entender.

O físico Einstein, quando lançou a sua Teoria da Relatividade Geral (1915), considerou que a expansão do universo era homogênea e que o espaço era finito e curvo. Posteriormente, o astrônomo Edwin Powell Hubble, estabeleceu uma constante de proporcionalidade para explicar o afastamento das galáxias (1929), o que implicou na reformulação de algumas considerações de Einstein, já que a lei de Hubble estabelece que as galáxias mais distantes e com elas, o universo, expandem a uma velocidade mais elevada. Mais recentemente (2000), os astrofísicos já estão admitindo que “O universo é chato como uma tábua”. (11) Assim, nos dias de hoje, a tendência é considerar uma expansão não homogênea e um espaço não curvo, completamente o oposto do que admitira Einstein. Afinal, onde estará a verdade?

De outro lado, em 1975, o físico Murray Gell Mann, à frente do acelerador de partículas da Stanford University, estabeleceu o novo princípio revolucionário de que as partículas atômicas, por si só, jamais poderiam ser formadas se, sobre a energia cósmica universal, não atuassem agentes estranhos ao domínio material, com poderes para estruturá-las. (12) Qual é então o agente estruturador? O próprio Werner Karl Heisenberg, ao formular em 1927, o Princípio da Incerteza, observou que, “partículas lançadas sobre um mesmo alvo em idênticas condições, nem sempre obedeciam à mesma trajetória, sofrendo um desvio anômalo sem que se pudesse saber o motivo pelo qual assim agiam”. Ele chegou a dizer que pareciam ovelhas desgarradas com vontade própria. (12) Afinal, não valeria a pena investigar que “vontade própria” seria esta? Quem sabe se não é por falta de uma investigação mais profunda desse agente invisível que tudo move e que mais parece uma força inteligente, que a Teoria Quântica ainda não encontrou o seu *status* de total aceitabilidade por parte de todos os físicos modernos? São perguntas para refletir! Falta investigar esse outro domínio não material ou imaterial.

7. Aspectos filosóficos e metafísicos

Do que ficou exposto, físicos eminentes estão trabalhando e tentando estruturar mais de uma dezena de novas teorias, procurando ajustá-las a outros padrões, sem fugir ao rigor matemático, assim como, ao entendimento do homem médio comum. Mas poucos têm a coragem de explorar alternativas mais próximas da filosofia e da metafísica. Com as lacunas apontadas acima, torna-se imprescindível uma aproximação do incognoscível por outra via que não a simplesmente material, buscando um agente inteligente para explicar fatos e fenômenos que fogem ao materialismo exclusivo. O que estou querendo dizer é que precisamos resgatar as idéias derivadas da dualidade *força-*

matéria, quase abandonada desde Descartes e Leibniz, por serem consideradas coisas não sérias. As superstições, crenças infundadas e as religiões, de modo geral, têm muito a ver com esse quase descaso dos cientistas pelo conceito da dualidade. Voltaremos a este assunto quando tratarmos da Força Inteligente.

Algumas das teorias são variações da teoria do *Big Bang*. É o caso da teoria do italiano Paolo de Bernardis (2002), que chega à conclusão de que teria havido *Big Bang*, mas não vai haver o *Big Crunch* (Grande Esmagamento, ou seja, retorno da expansão) por faltar matéria para reverter a expansão. Se houver comprovação da existência da “matéria escura”, que representaria 90% de toda a matéria do universo, então esta teoria ficaria invalidada. (14) A existência da “matéria escura”, preocupa atualmente os físicos e cosmólogos. Por essa teoria, o universo seria plano e infinito com expansão eterna. Uma outra teoria, postulada pelos físicos Paul Steinhardt (USA) e Neil Turok (Reino Unido), publicada em abril de 2002 na revista *Science*, especula que o universo seria cíclico com seqüências intermináveis de *Big Bangs* e *Big Crunchs*. Mas, para isso teria que ser provada a existência da “energia escura” e estamos muito longe disso.

As especulações teóricas dos cientistas têm o mérito de levar ao debate idéias muitas vezes lógicas e bem fundamentadas, não relegando a um segundo plano o seu conteúdo de intuição ou de inspiração, ambas expressando a mesma coisa, embora essa última, seja mais aceita pelos céticos e materialistas. As especulações científicas costumam nascer como ciência em estado bruto, necessitando lapidação. Algumas chegam a se firmar em mitos, como o mito da criação do universo a partir do nada, para depois procurarem uma explicação para o que seja o “nada” ou o “falso nada”.

Não devemos estranhar que o Vaticano, já em 1951, julgava válida a teoria do *Big Bang*, que *mutatis mutandis*, assemelha-se ao mito da criação bíblica. De outro lado, a teoria cíclica de criação do universo, guarda certa semelhança com a teoria do eterno retorno, com evolução (fase de expansão) e involução (fase de contração), mas deixa de lado o conceito essencialmente evolucionário, sempre em uma única direção, como o conceito humano da seta do tempo que aponta sempre em direção ao futuro. Esta acomodação ou coexistência entre ciência e religião, não resistirá ao julgamento final, onde a verdade triunfará. Pois, enquanto na ciência várias teorias diferentes podem coexistir de modo pacífico, na religião, isso é bem mais difícil. As dissensões religiosas, por exemplo, entre o Cristianismo, Judaísmo e Islamismo, todas monoteístas, cultuando um mesmo Deus, embora com nomes diferentes, são irreconciliáveis, por causa do fanatismo dogmático de todas elas.

Portanto, é de se esperar que o futuro esteja reservado à Ciência, onde os cientistas estão sempre dispostos a admitir seus próprios erros quando uma teoria falhar e outra se mostrar melhor, isto é, a Ciência jamais se coloca em posição irreduzível. E isso está na própria essência da Ciência, que admite uma construção progressiva, onde a sua história já mostrou que as ditas “verdades científicas” são muitas vezes provisórias, sujeitas sempre a uma revisão evolucionária de suas teorias e leis, em função de novas evidências e realidades. Há, é claro, os teimosos e vaidosos, mas eles sempre acabam curvando-se à verdade.

A nossa conclusão destes conceitos é que toda verdade humana é provisória e ela evolui em função do conhecimento ou saber que, por sua vez, acompanha a evolução humana. Num mundo globalizado, que já está dando os seus primeiros passos, isso se torna cada vez mais real. Encontrado o verdadeiro caminho, respeitadas as culturas próprias de cada povo, o mundo encontrará tempos de paz e muita prosperidade e outro será o viver na terra.

Referências deste capítulo

- 1) FILHO, Kepler de Souza Oliveira. *Astronomia Antiga*. Acesso em 18 jul 2005. Disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/antiga/antiga.htm>
- 2) COSTA, JRV. *Para que serve a astronomia*. Disponível em: <http://www.zenite.nu/menu01/0201.htm>. Acesso em 18 jul 2005.
- 3) IAG/USP-DEPARTAMENTO DE ASTRONOMIA. *Informações Gerais (curso)*. Acesso em 18 jul 2005. Disponível em: <http://www.astro.iag.usp.br/~ronaldo/introcosm/InfGer/index.html>
- 4) WIKIPÉDIA, Enciclopédia. *Astrofísica*. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Astrofísica>. Acesso em 18 jul 2005.
- 5) ANÔNIMO. O espaço - conta de louco. *Revista Veja*, São Paulo, 2 jan 1999
- 6) TREVISAN, Marina. *Aglomerado de estrelas*. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/sessao-astronomia>. Acesso em 20 jul 2005.
- 7) MATIOLI, Eder. *Buracos Negros*. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/sessao-astronomia>. Acesso em 20 jul 2005.
- 8) SCHEMBERG, Mário. *Nasce uma estrela*. Disponível em: <http://www.cbpf.br/~martin/CAMS/Estrelas/vidaestrelas.html>. Acesso em 21 jul 2005.
- 9) TREVISAN, Marina. *Estrela de nêutrons*. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/sessao-astronomia>. Acesso em 20 jul 2005.
- 10) FERRAZ DE OLIVEIRA, Priscila Di Cianni. *O Pulsar da nebulosa do Caranguejo*. Disponível em: <http://www.uranometrianova.pro.br/astrofísica/AA004/nebcaranguejo.htm>. Acesso em 21 jul 2005.
- 11) GRECCO, Dante. *10 fatos intrigantes do Cosmo*. *Revista Galileu* São Paulo, Mar 2001. Disponível em: <http://www.ajornada.hpg.ig.com.br/ciencia/ciencia00012.htm>. Acesso em 21 jul 2005.
- 12) IMBASSAHY, José Carlos de Brito. Energia cósmica fundamental. *Revista Espiritismo e Ciência*, São Paulo, n. 7, p. 06-09. Disponível em: <http://www.ajornada.hpg.ig.com.br/colunistas/imbassahy/imb-0002.htm>. Acesso em 24 ago 2005.
- 13) DIEGUEZ, Flávio. O universo é chato como uma tábua. *Superinteressante*, São Paulo, n. 154, p. 52-67, jul 2000.
- 14) SCHWARTSMAN, Helio. O eterno retorno. *Jornal Folha de São Paulo*, São Paulo, 2 fev 2002. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/pensata/ult510u57.shtml>. Acesso em 24 ago 2005.

- 15) WHITEHOUSE, David. *Hubble pode ter descoberto cem novos planetas na Via Láctea*. Disponível em: http://www.bbc.co.uk/portuguese/ciencia/story/2004/07/040702_hubble.shtml. Acesso em 24 ago 2005.
- 16) SIQUEIRA, Ethevaldo. Hubble, uma janela para o Universo. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 30 set 2001.
- 17) WHITEHOUSE, David. Hubble pode ter um substituto, mais potente. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 31 mai 2005.
- 18) SIQUEIRA, Ethevaldo. Hubble vê os confins do universo. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 7 abr 2002.
- 19) ASTRO NOTÍCIAS. Descoberto buraco negro no centro da Via Láctea (Chandra). Disponível em: http://www.astro.up.pt/nd/astro_news/2000/0320pt.html. Acesso em 24 ago 2005.
- 20) NASA. *A monster in the Middle of the Milky Way*. Disponível em: http://science.nasa.gov/headlines/y2000/ast29feb_1m.htm. Acesso em: 24 ago 2005.
- 21) GUTH, Allan. *Uma eternidade de bolhas*. Disponível em: http://paginas.terra.com.br/educacao/labertolo/Cosmologia/Cosmology/bibang_Guth.htm. Acesso em 24 ago 2005.
- 22) HAWKING, Stephen. *O Universo numa casca de noz*. São Paulo: Mandarin, 2001.
- 23) FALK, Dan. *O universo numa camiseta – À procura da teoria do tudo*. Porto Alegre: Globo, 2005.
- 24) GREEN, Brian. *O universo elegante*. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.