

BANG

CENTRO DA GALÁXIA LÁCTEA

Se um observador fosse posicionado no centro de nossa galáxia e tivesse a Terra, ela estaria coberta de gelo, pois há 27 000 anos o planeta passava por um período glacial severo

Tempo: 27 000 anos a.A.

PRÓXIMA ESTRELA CENTAURI

Ao observarmos a estrela mais próxima do sistema solar, vemos como ela era há mais de quatro anos, o tempo que levou para sua luz chegar aqui

Tempo: 4 anos e 2 meses a.A.

O SOL

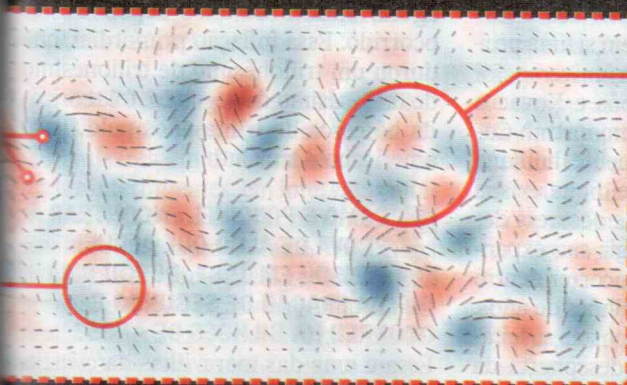
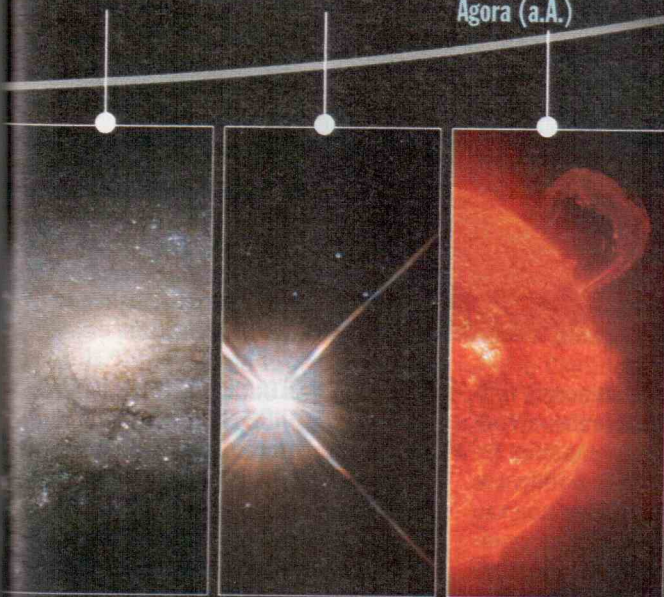
Se o Sol deixasse de existir, demoraria mais de oito minutos para um observador na Terra saber do ocorrido (é quanto leva para a luz emitida por nossa estrela chegar ao planeta)

Tempo: 8 minutos e 20 segundos antes de Agora (a.A.)

HOJE

Nós estamos aqui

Agora



As marcas com padrões circulares e em espiral são evidências de que houve uma expansão inicial do universo e ela foi súbita (ocorreu em um trilionésimo de trilionésimo de segundo)

Uma extraordinária descoberta é a evidência de que o universo começou com uma súbita expansão de matéria e energia, mas não com uma explosão

FERNANDA ALLEGRETTI

A comunidade científica mundial recebeu, na semana passada, a confirmação oficial de uma descoberta sobre a qual se falava com enorme expectativa há alguns meses. Pesquisadores do Centro de Astrofísica Harvard-Smithsonian revelaram ter obtido a mais forte evidência até agora de que o universo em que vivemos começou mesmo pelo Big Bang, mas este não foi uma explosão, e sim uma súbita expansão de matéria e energia infinitas concentradas em um ponto microscópico que, sem muitas opções semânticas, os cientistas chamam de "singularidade". Essa semente cósmica permanecia em estado latente e, sem que exista ainda uma explicação definitiva, começou a inchar rapidamente. Depois de um trilionésimo de trilionésimo de trilionésimo de segundo estava do tamanho de uma laranja. No intervalo de um piscar de olhos, por exemplo, seria possível, portanto, que ocorressem mais de 10 trilhões de Big Bangs. O universo continuou se expandindo depois disso, mas a uma taxa relativamente bem menor. Essa expansão inicial foi prevista teoricamente há trinta anos pelo físico americano Alan Guth, do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, o



O PALCO

As provas foram coletadas por John Kovac e equipe, de Harvard, no radiotelescópio Bicep2, instalado no Polo Sul

STEF FEN RICHTER/HARVARD UNIVERSITY

MIT. A hipótese de Guth foi chamada de “Universo Inflacionário”, querendo dizer que a energia e a matéria infinitas inflaram como um balão, e não, como se acreditava, foram espalhadas a esmo por meio de um processo explosivo sem controle. A confirmação experimental do Universo Inflacionário, além de fazer de Alan Guth um futuro ganhador do Prêmio Nobel de Física, traz um enorme conforto aos cientistas — quase todos — que se afeeram ao modelo do Big Bang como ato de estreia do mundo que nos rodeia. Sem a evidência encontrada pelo astrofísico John Kovac e seus colegas de Harvard trabalhando no radiotelescópio Bicep2, instalado no Polo Sul, a proposição de Guth tenderia a se enfraquecer. Sem ela, o Big Bang teria de ter sido uma explosão, e não um inchaço. Em sendo explosivo, o Big Bang não serviria mais de explicação de como o universo se formou, pois a liberação instantânea teria

arremessado a matéria e a energia infinitas em trajetórias divergentes e com tamanha velocidade que elas não teriam chance de colidir e se condensar nas formas cósmicas que hoje nos são tão familiares. Assim, as estrelas, galáxias e planetas simplesmente não existiriam. Com um Big Bang explosivo, nós, os seres humanos, não estaríamos aqui para descobrir e contar sua história. O fato de estarmos é em si uma prova de que o começo do universo foi mesmo como Guth propôs e Kovac e sua equipe ajudaram a demonstrar. Caso encerrado? Não. A mente humana continuará inquieta sobre o que existia antes do Big Bang e o que ocorrerá depois que o universo atingir sua expansão máxima, o que pode ocorrer dentro de aproximadamente 7 bilhões de anos. A seguir, perguntas e respostas suscitadas pela extraordinária descoberta da semana passada.

1 O QUE EXATAMENTE JOHN KOVAC E SUA EQUIPE DESCOBRIRAM?

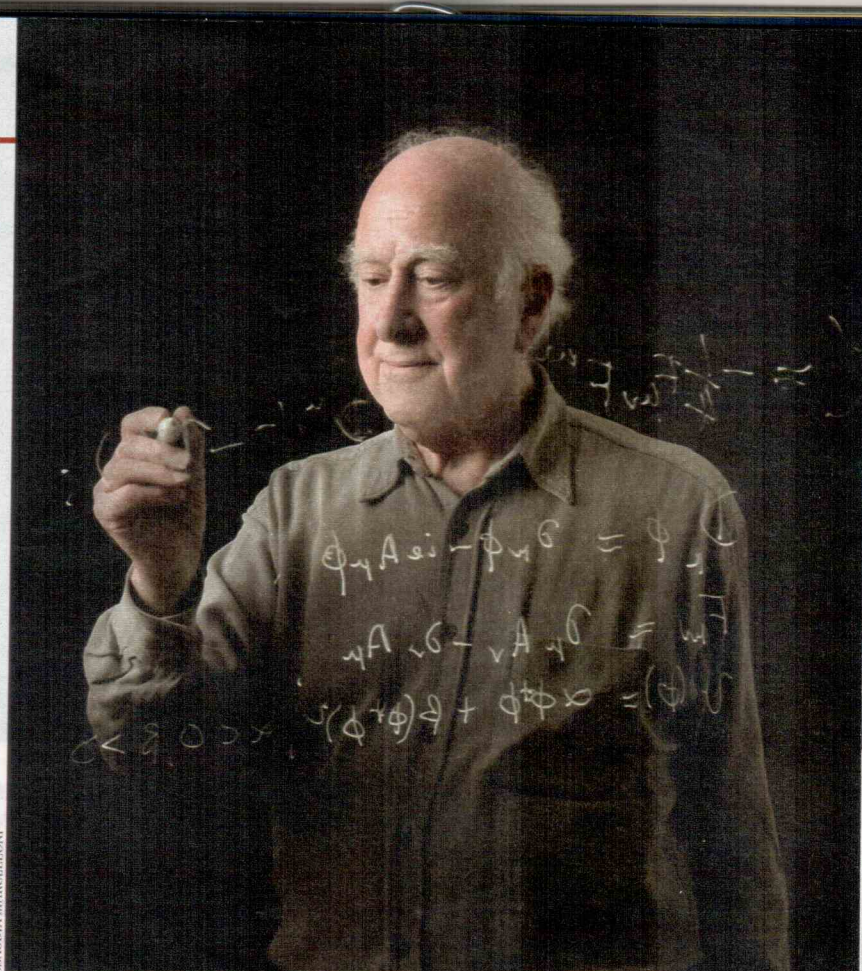
Eles registraram com a maior precisão obtida até hoje os sinais de que o Big Bang existiu e não teve a forma de uma explosão, mas de um súbito aumento de volume. O universo inflou rapidamente no estágio inicial, e esse processo deixou marcas que podem ser detectadas agora, bilhões de anos depois de ter ocorrido. Essa inflação primordial, que durou um trilionésimo de trilionésimo de trilionésimo de segundo, foi teorizada há cerca de trinta anos pelo físico americano Alan Guth.

2 COMO É POSSÍVEL ENCONTRAR A PROVA DE ALGO QUE ALGUÉM PENSOU EM 1981, DUROU UMA ÍNFIMA FRAÇÃO DE SEGUNDO E OCORREU HÁ BILHÕES DE ANOS?

Essa é uma das maravilhas da ciência. Certas radiações detectáveis atualmente



CLAUDIA MARCELLONI



são testemunhas de eventos cósmicos da infância do universo. Foi uma dessas radiações que os astrônomos detectaram. Para entender a façanha deles, é preciso lembrar que toda observação cósmica pode ser datada com enorme precisão pela distância do objeto observado da Terra. A luz do Sol demora oito minutos para chegar ao nosso planeta. Então, estamos sendo iluminados e aquecidos por reações ocorridas no Sol oito minutos antes. Quando alguém vê o brilho esmaecido de Próxima Centauri, a estrela mais perto do Sistema Solar, está vendo o astro como ele era há quatro anos. Os sinais que comprovam o Big Bang e a teoria de Alan Guth foram detectados agora, mas ocorreram há 13,8 bilhões de anos.

3 ESSES SINAIS SÃO DE QUE TIPO?

São radiações de ondas curtas. Os pulsares emitem fochos de ondas curtas intermitentes, em intervalos muito precisos, como faróis cósmicos. Já os sinais de que tanto se falou na semana passada são radiações de ondas que preenchem todo o universo. Sua onipresença demonstra que eles foram produzidos nos primórdios do cosmos — precisamente 380 000 anos depois do Big

Bang. Esses sinais são chamados de radiação cósmica de fundo e foram descobertos por acaso em 1964 por Arno Penzias e Robert Wilson, que ganharam o Nobel pela façanha.

4 A RADIAÇÃO CÓSMICA DE FUNDO É CONHECIDA DESDE 1964; POR QUE, ENTÃO, TANTA EXCITAÇÃO COM A DESCOBERTA DA SEMANA PASSADA?

Ao tempo de Penzias e Wilson, pensava-se que a radiação cósmica de fundo era idêntica, não importa em que direção do cosmo ela fosse medida. Isso era compatível com a tese do Big Bang, mas não ajudava em nada a entender como a partir dele se formaram as estrelas, as galáxias e os planetas. Era preciso encontrar certas variações de temperatura na radiação de fundo. Finalmente, no começo dos anos 90, o satélite Cobe mostrou que a uniformidade da radiação de fundo não existia. Ela apresentava variações significativas. Era mais densa em alguns pontos do que em outros. Os cientistas interpretaram essas irregularidades como marcas, impressões ou cicatrizes de eventos que ocorreram logo depois do Big Bang. Foi um tipo dessas marcas

MUITO ALÉM DO QUADRO-NEGRO

Einstein ficaria radiante com a confirmação da existência das ondas gravitacionais no começo de tudo, que ele desenhara como teoria; a detecção do bóson de Higgs (acima, à direita, Peter Higgs) foi a última peça do quebra-cabeça do Modelo Padrão

que John Kovac registrou com precisão muito maior que a do Cobe e, assim, permitiu compatibilizar a tese do Big Bang com a existência de matéria no universo.

5 O QUE EXATAMENTE ELAS MOSTRAM?

A excitação da comunidade científica se deve ao fato de a medição de agora mostrar que as impressões deixadas na radiação de fundo foram produzidas por ondas gravitacionais geradas pela súbita expansão do universo naquele intervalo de um trilionésimo de trilionésimo de trilionésimo de segundo. É um feito extraordinário de consequências extraordinárias. Primeiro, porque naquele período o universo era opaco — ou seja, não existiam ainda a luz nem nenhuma das radiações que podem ser detectadas atualmente. Os astrônomos encontraram sinais da passagem das

Ciência

ondas gravitacionais e não elas próprias — como quem vê marcas de pneus de um carro em uma estrada de terra úmida segundos depois de o carro passar. Outra comparação seria dizer que um paleoantropólogo, na impossibilidade de encontrar fósseis completos das mãos de um ancestral humano, teve, pelo menos, a sorte de observar sua impressão perfeita gravada na parede de uma caverna pré-histórica.

6 AS MARCAS DEIXADAS NA RADIAÇÃO DE FUNDO NÃO PODERIAM TER SIDO PRODUZIDAS POR OUTROS FENÔMENOS MENOS SIGNIFICATIVOS?

Difícilmente os pesquisadores se deixariam enganar. Menos provável ainda é que tentassem enganar a comunidade científica. Desde que foram teorizadas por Albert Einstein — sim, sempre ele —, as ondas gravitacionais passaram a ser estudadas com muita atenção. Sabe-se bem hoje sobre sua natureza. Elas estão por toda parte e surgem sempre que algum bloco de matéria se move. A Terra girando em torno do Sol produz ondas gravitacionais, à semelhança daquelas que os barcos deixam para trás quando se deslocam na superfície da água. Pelo que descobriram até agora sobre elas, os cientistas são capazes de dizer, pelas variações de forma e frequência, que tipo de ocorrência produziu determinada onda gravitacional. As ondas geradas pela rotação de uma estrela supernova são diferentes daquelas que objetos cósmicos produzem ao ser tragados por buracos negros. As ondas gravitacionais que deixaram sua cicatriz na radiação de fundo só poderiam ter sido produzidas pela súbita expansão do universo primordial. A assinatura delas é inconfundível aos olhos treinados dos cientistas.

7 O QUE ELAS TÊM DE TÃO ESPECIAL?

As ondas gravitacionais marcaram a radiação de fundo criando desenhos de vórtices sucessivos, que os cientistas chamam de Modo B. Desde 1999, os astrofísicos teóricos determinaram que esse tipo de deformação na radiação de fundo só poderia ser produzido por uma inflação primordial no Big Bang. Qualquer outro evento deixaria, digamos, uma assinatura diferente.

RECK FRIEDMAN/THE NEW YORK TIMES



8 POR QUE O TELESCÓPIO EUROPEU PLANCK, LANÇADO AO ESPAÇO JUSTAMENTE PARA ENCONTRAR ESSE MESMO TIPO DE PROVA, PRODUZIU RESULTADOS QUE NÃO ENTUSIASMARAM NINGUÉM?

Realmente os sensores do Planck detectaram sinais dos efeitos das ondas gravitacionais bem menos fortes do que os de John Kovac e seus colegas ao operar o telescópio no Polo Sul. O próprio Kovac, respondendo a essa pergunta, disse: “Ter sorte faz parte da ciência”. Depois explicou que os sensores do Planck não medem diretamente a temperatura da radiação de fundo e disse ter certeza de que, quando os dados completos enviados pelo satélite Planck forem analisados, os resultados serão idênticos aos obtidos na observação terrestre.

DIFERENTES ONDAS

As **ondas gravitacionais**, cuja existência foi teorizada por Albert Einstein em 1916, são criadas sempre que há deslocamento de matéria — seja um planeta orbitando o Sol, seja a explosão de uma estrela. As ondas gravitacionais, ao contrário das radiações eletromagnéticas, como a luz e os raios gama, não sofrem interferências

UNIVERSO INFLACIONÁRIO

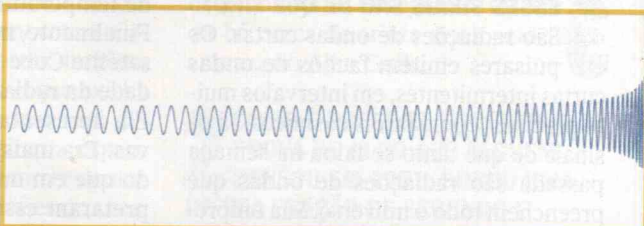
A hipótese de Alan Guth, futuro prêmio Nobel, abriu as portas para a ideia de expansão, e não de explosão

9 A DESCOBERTA FEITA PELO BICEP2 E ANUNCIADA NA SEMANA PASSADA FOI RECEBIDA COMO MAIS IMPORTANTE DO QUE A DETECÇÃO DO BÓSON DE HIGGS, CHAMADO POPULARMENTE DE “A PARTÍCULA DE DEUS”. É ISSO MESMO?

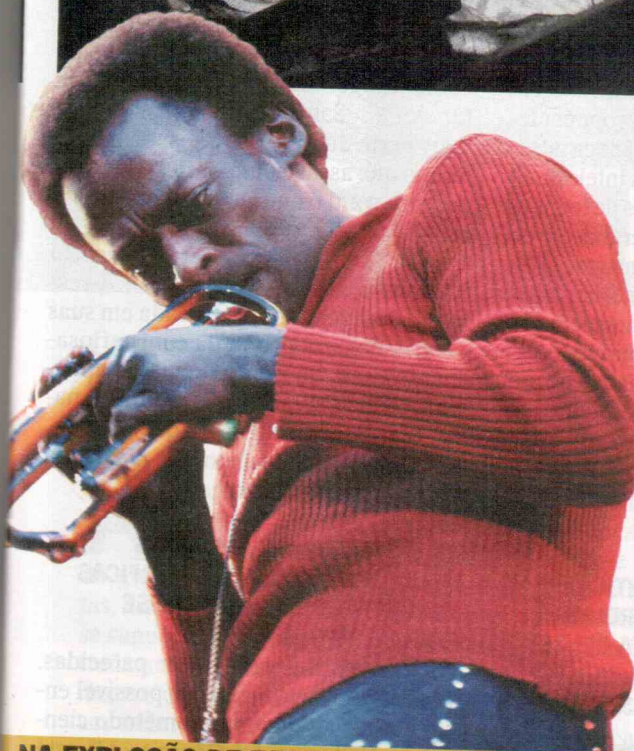
A descoberta do Higgs permitiu encerrar um ciclo de um século de pesquisas teóricas e práticas. O Higgs foi a última peça do quebra-cabeça do

NA COLISÃO DAS ESTRELAS

A gradual diminuição da proximidade entre pares de buracos negros ou de estrelas de nêutrons — que são supermassivas, compactas e apresentam gravidade extremamente alta — aumenta a frequência de ondas gravitacionais até a colisão dos corpos, como na imagem abaixo



Como cientistas tentam observá-las: por satélites no espaço (ou por telescópios terrestres se vier a ocorrer em nossa galáxia)



DAVID HEPPER/REDFERNS

NOVA FRONTEIRA

A gravidade (na foto, Sandra Bullock no filme *Gravidade*) é a única força da natureza cuja relação com as demais nunca foi estabelecida

Modelo Padrão, que pode ser visto ao mesmo tempo como uma enciclopédia e um manual de funcionamento do mundo subatômico. O feito do Bicep2 abre uma nova fronteira para a ciência, justamente na área em que o Modelo Padrão não avançou: a gravidade. Ela é a única força da natureza cuja relação com as demais (eletromagnetismo e as forças forte e fraca, que, em síntese, permitem a existência dos átomos e da radiação natural do urânio e outros elementos) nunca foi estabelecida.

ORDEM EM TUDO

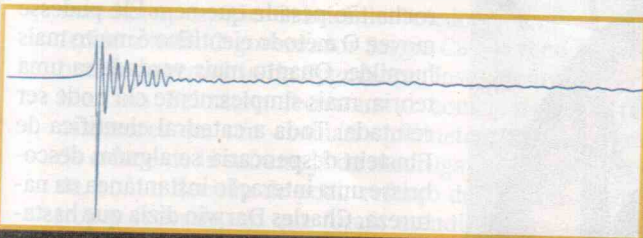
“O tempo (andamento) não é importante. É tudo”, disse o trompetista Miles Davis, que intuiu com genialidade a relevância de entrelaçar tempo e espaço na música

10 EINSTEIN FICARIA FELIZ COM MAIS ESSA CONFIRMAÇÃO DE SUAS TEORIAS?

Ficaria radiante com a confirmação inequívoca da existência das ondas gravitacionais no começo do universo e de

NA EXPLOÇÃO DE ESTRELAS

Supernovas e explosões de raios gama emitem ondas gravitacionais no seguinte padrão



Como cientistas tentam observá-las: por telescópios

NA ORIGEM DO UNIVERSO

O Big Bang criou ondas gravitacionais de sinal característico (abaixo), que podem ser observadas indiretamente, por sua ação na radiação cósmica de fundo — criada quando a primeira luz viajou livremente pelo universo, há 13,79 bilhões de anos



Como cientistas tentam observá-las: por telescópios ou satélites que detectam irregularidades da radiação cósmica de fundo

Ciência



ANDREW BULLHMAN/ZUMA PRESS

HUMILDADE Stephen Hawking, físico inglês: “Somos apenas uma raça avançada de macacos em um planeta menor que uma estrela média. Mas podemos compreender o universo. Isso nos faz muito especiais”

que mesmo o Big Bang foi mais Big do que Bang, não sendo uma explosão instantânea, mas um evento que levou um tempo. Uma fração ínfima de segundo, mas um tempo. O menor e definitivo resumo da grande contribuição de Einstein para o pensamento científico é o seguinte: não existem interações instantâneas na natureza. Qualquer processo pode e precisa ser ordenado em uma linha do tempo. Toda matéria do universo é sustentada por uma rede em que espaço e tempo se entrelaçam. Os expoentes da música perceberam isso. O genial trompetista Miles Davis disse: “O tempo (*andamento*) não é importante. É tudo”. A inflação primordial no Big Bang ocorreu com um andamento de um trilionésimo de trilionésimo de trilionésimo de segundo. Isso fez a diferença. Se o processo tivesse sido instantâneo, o universo não existiria, como a música de Davis inexistiria se as notas forem toca-

O ATO DA CRIAÇÃO

O que Deus fazia antes de criar a Terra? Santo Agostinho: “Deus não fazia nada. Mas isso não significa que Ele ficava o tempo todo ocioso. Ele não havia ainda criado o tempo”

das todas de uma vez ou uma a cada dez anos.

11 EINSTEIN FICARIA UM POUCO CÉTICO QUANTO À CONCLUSÃO GENERALIZADA NA SEMANA PASSADA DE QUE A DESCOBERTA DO BICEP2 MOSTRA QUE ESTAVAM CERTOS OS PROPONENTES DA EXISTÊNCIA DE UMA CONEXÃO ENTRE A GRAVIDADE E A MECÂNICA QUÂNTICA?

Enquanto viveu, Einstein travou com os proponentes da mecânica quântica talvez um dos debates intelectuais mais fascinantes de todos os tempos. Mas certamente ele aceitaria a constatação de que tudo começou como

uma “flutuação quântica” naquele pontinho minúsculo que concentrava toda a energia e a matéria que viriam a formar o universo. A inflação primordial só amplificou a flutuação quântica. As ondas gravitacionais que feriram a radiação de fundo foram formadas por “quantas” de gravidade.

12 FLUTUAÇÃO QUÂNTICA, INFLAÇÃO PRIMORDIAL, BIG BANG... MUITA GENTE PREFERE ACREDITAR NAS EXPLICAÇÕES RELIGIOSAS QUE



CORBIS/LATINSTOCK

COLOCAM UM CRIADOR TODO-PODEROSO NO COMEÇO DE TUDO. DEUS PODE SER UMA FLUTUAÇÃO QUÂNTICA?

Do ponto de vista religioso, Deus é o alfa e o ômega, o começo e o fim de tudo. É inegável que as narrações religiosas da criação do mundo são muito parecidas com as teorias científicas. Se o *flat lux* do Gênesis é o Big Bang, então Deus pode ter usado uma flutuação quântica para fazer valer sua vontade criativa. Isso seria mais uma tentativa de conciliação entre o sentimento religioso e o pensamento científico. Galileu Galilei tentou explicar a seus contemporâneos que “a ciência não ensina como chegar ao céu, mas como ele funciona”. Santo Agostinho chegou mais perto ao criticar os bispos de seu tempo que assustavam os fiéis que lhes perguntavam o que Deus fazia antes de criar o céu e a terra com a resposta de que Ele “fazia o inferno para os que não acreditam nos mistérios da fé”. A resposta de Agostinho, registrada em suas *Confissões*, era profunda e misteriosamente exata do ponto de vista da melhor ciência atual: “Deus não fazia nada. Mas isso não significa que Ele ficava o tempo todo ocioso. Ele não havia ainda criado o tempo”.

13 ENTÃO, AS SOLUÇÕES RELIGIOSAS E CIENTÍFICAS SOBRE O UNIVERSO SE EQUIVALEM?

As formulações podem ser parecidas. Mas não existe conciliação possível entre o dogma religioso e o método científico. Voltemos ao Gênesis. Ali está escrito, há milhares de anos, que Deus fez a luz no primeiro dia da Criação, mas só foi fazer o Sol no quarto. Para os religiosos isso é detalhe, pois para Deus nada é impossível — até, como especulavam os exegetas medievais, fazer uma rocha tão pesada que nem Ele pudesse mover. O método científico é muito mais humilde. Quanto mais verdadeira uma teoria, mais simplesmente ela pode ser refutada. Toda a catedral científica de Einstein despencaria se alguém descobrisse uma interação instantânea na natureza. Charles Darwin dizia que bastaria que lhe apontassem um único ser vivo sem um antepassado e ele rasgaria sua teoria da evolução. ■