

Géza Szamosi

1  
*Introdução*

# Tempo & Espaço

As Dimensões Gêmeas

*Tradução:*

Jorge Enéas Fortes  
Carlos Alberto Medeiros

*Revisão técnica:*

Maria da Conceição S. Vieira

Jorge Zahar Editor

Rio de Janeiro

Dos milhões de criaturas que vivem na Terra, os seres humanos são as únicas que querem saber o que existe além de seu ambiente imediato; são as únicas que se preocupam com o que aconteceu antes de nascerem e que especulam sobre o que acontecerá depois que se forem. Em outras palavras, são as únicas criaturas interessadas no espaço e no tempo.

Este livro é sobre tempo e espaço e sobre o interesse que os seres humanos têm a respeito deles. Já que sou um físico que se interessou pelo assunto durante toda a vida, não surpreende que este livro contenha capítulos sobre o tempo e o espaço em larga escala da cosmologia contemporânea, assim como sobre tempo e espaço na outra extremidade da escala cósmica, nos mundos menos descritos, embora não menos distantes, das partículas elementares. Originalmente, eu pretendia que o livro fosse sobre isso e mais nada.

Mas, quando comecei a escrever, tive de enfrentar outros aspectos do meu assunto que não pertenciam nem à física nem à astronomia. Problemas referentes não tanto ao espaço e ao tempo "lá fora", mas ao espaço e ao tempo de nossa mente. Como e onde, por exemplo, podia o cérebro humano, que é tão pequeno em volume e tem existência tão breve, tornar-se capaz de acomodar e lidar com enormes extensões de tempo e espaço? Como e onde essa habilidade começou? Como e quando os seres humanos realmente "descobriram" a existência do tempo e do espaço? Como nossos cérebros evoluíram para perceber e organizar o mundo sempre dentro da es-

trutura do tempo e do espaço? E como exploramos essas dimensões gêmeas através de nossa história?

Ao tentar encontrar respostas para tais perguntas, não apenas terminei com mais perguntas, mas também aprendi uma quantidade de coisas fascinantes, e isso me permitiu ampliar a finalidade do livro. Embora ainda referente ao tempo e ao espaço da física e da astronomia, ele também contém muito do que aprendi sobre tempo e espaço em outros contextos: da evolução biológica, dos trabalhos do cérebro e da história sócio-cultural de nossa espécie. Este livro tornou-se um esboço do modo como o espaço e o tempo foram “inventados” nas percepções das formas primitivas de vida e evoluíram para o espaço e o tempo da civilização contemporânea.

Para tentar juntar tudo isso, apresentarei primeiramente uma visão geral sobre para onde estamos indo e por que caminho. Nossa jornada começa no próximo capítulo com a biologia; como a vida, no processo de se adaptar ao ambiente, encontrou as propriedades de espaço e tempo.

Fui envolvido pelos aspectos biológicos de tempo e espaço quando comecei a imaginar como a mente humana inicialmente “descobriu” o tempo e o espaço. Logo descobri, contudo, que muito antes do aparecimento do *Homo sapiens* outras formas de vida já haviam explorado o tempo e o espaço, e que nossa espécie havia herdado muito daquilo que nossos mais primitivos ancestrais tinham aprendido. Assim, a evolução biológica equipou-nos com um domínio do espaço e do tempo que ainda é, de várias maneiras, superior a qualquer coisa que tenhamos aprendido a partir da física.

Faça a uma pessoa normal, inteligente, com base de instrução normal, mas sem treinamento especial em física, a seguinte questão: uma bola é atirada de certa distância, com determinada velocidade e certo ângulo, contra uma parede. Onde estará a bola após tantos segundos? Em regra, tal pessoa não será capaz de calcular a resposta. Sem um conhecimento bastante bom das leis da mecânica, ele ou ela não encontrará a resposta correta. Mas ponha uma bola na mão dessa mesma pessoa e lhe peça para lançá-la na parede e apanhá-la, e não haverá problema algum. Apenas por perceber a velocidade inicial, o ângulo e a distância (os dados fornecidos no exemplo), ela saberá exatamente onde e quando a bola estará (a pergunta feita), e poderá até ser capaz de levar em consideração os efeitos da gravidade e da resistência do ar. A solução de um jogador competente é, sob todos os aspectos, tão boa como a solução de um físico competente. Ambos obtêm, a partir das mesmas condições dadas, a mesma resposta correta – exceto que o jogador a consegue muito mais depressa que o físico.

Em situações mais complexas, a competição torna-se desesperada – para o físico. Juntando insulto à injúria, não só qualquer cérebro humano saudável pode resolver problemas práticos de espaço e tempo mais depressa e melhor que um físico treinado, mas até um animal pode fazer o mesmo. Imagine os problemas que uma raposa tem de resolver quando persegue um coelho, ou que o coelho enfrenta quando tenta escapar da raposa. Os cérebros dos dois animais recebem informações, através dos respectivos sentidos, sobre as velocidades, posições, direções e acelerações de cada um, assim como sobre alguns aspectos frequentemente muito complicados do meio ambiente, tais como obstáculos e itinerários alternativos, bem como uma enorme quantidade de dados irrelevantes. Seus cérebros suprimem as irrelevâncias, selecionam e processam os dados relevantes, “computam” as velocidades e posições instantâneas de cada um, fazem predições, se necessárias, enviam sinais ao sistema motor para executar movimentos complexos apropriados à situação, e tudo isso em uma fração de segundo.

Todo o processo é tão intrincado e exige uma capacidade tão extraordinária de computar rapidamente padrões em mutação no espaço e no tempo que não apenas um simples físico, mas um completo conjunto de pensadores, com uma bateria de computadores, seria lamentavelmente inadequado para a tarefa. Dizer, como muitas vezes fazemos, que os animais fazem isso “instintivamente” é apenas dar um nome a um processo que ainda não compreendemos. Dar-lhe um nome, é lógico, não o explica. O fato é que muitos seres vivos, inclusive os humanos, têm uma capacidade inata, antecipadamente montada, de apreender o sentido imediato de complicados padrões de tempo e espaço que são, até agora, demasiadamente complexos para um processo intelectual consciente. Esse fato sugeriu-me que um caminho útil para conduzir uma pesquisa sobre tempo e espaço deve começar com a evolução biológica.

A ferramenta mais poderosa e versátil para auxiliar no processo de adaptação é o cérebro. O terceiro capítulo é dedicado a parte de sua história, seguindo as idéias de Harry Jerison, da Universidade da Califórnia em Los Angeles. Jerison propôs uma teoria para descrever como e por que o cérebro dos mamíferos – dos quais o humano é a variante mais desenvolvida – evoluiu para ter a propriedade de perceber o mundo exterior segundo a estrutura do espaço e do tempo. A teoria começa com o reconhecimento de que o modo pelo qual uma criatura viva sente o mundo exterior depende de dois fatores: as informações que os sentidos da criatura podem detectar no meio ambiente e o modo pelo qual o sistema nervoso processa essas informações. A teoria de Jerison descreve o modo como, durante

o último quarto de bilhão de anos, o sistema nervoso dos mamíferos, ao se adaptar ao ambiente, evoluiu para analisar e organizar as informações recebidas pelos sentidos de tal forma que o mundo conhecido se tornou um mundo de objetos distintos e permanentes em um espaço e um tempo ampliados. Os mamíferos, e os humanos portanto, só vêem e podem ter sentido do mundo segundo essa estrutura. O mundo de objetos permanentes no espaço e no tempo ampliados é sua visão do mundo, determinada pela evolução biológica – esse é o único mundo que eles podem vir a conhecer; isso, em suma, é a cosmologia mamífera<sup>1</sup>. E isso é também até onde a biologia, por si mesma, pode levar-nos em nossa pesquisa do significado do espaço e do tempo.

Um novo e exclusivo mundo humano de tempo e espaço começou com a evolução da linguagem. Alguns exemplos simples tornam isso claro. Um animal inteligente, como um cão, pode entender onde está sua comida. Pode também ser treinado para esperar, por meio de sinais, que sua comida esteja em um certo lugar. Mas nenhum cão pode jamais ser treinado para compreender que “a comida estava ali ontem” ou que “estará naquele outro lugar amanhã”. Um gato pode ser treinado para ir a um certo lugar, e com frequência irá explorar voluntariamente novos lugares. Mas nada o poderá fazer jamais compreender a existência de um lugar que não viu nem sentiu. Nenhum cérebro animal tem a capacidade de compreender qualquer espécie de referência a épocas anteriores ao seu nascimento ou a tempos após sua extinção ou a lugares onde nunca esteve. O mundo animal de tempo e espaço é, portanto, restrito.

Em contraste, a evolução da linguagem permitiu que nosso mundo mental de espaço e tempo se tornasse ilimitado. Mas esse mundo não é perceptível. É puramente simbólico. Quando descrevo onde estive há uma hora ou há um ano, quando Homero escreveu sobre a Guerra de Tróia ou quando Einstein calculou o movimento do periélio do planeta Mercúrio, tudo foi feito com o uso de símbolos: palavras, números e coisas assim. Quando medimos o comprimento de um objeto ou estimamos algum período de tempo, os resultados são expressos em unidades e números que são, também,

<sup>1</sup>Usarei a palavra “cosmologia” não apenas no seu sentido técnico, significando a ciência do universo, mas também, metaforicamente, para caracterizar o conhecimento geral do mundo por um organismo, ou a “visão do mundo” de determinada civilização humana. É nesse sentido que se fala de uma “cosmologia reptiliana” ou de uma “cosmologia do infício da Idade Média européia”.

símbolos humanos. Assim, podemos falar de *tempo e espaço simbólicos*, acessíveis apenas à mente humana.

Há uma grande variedade de tempos e espaços simbólicos na cultura humana. Nem todos são caracterizados por palavras ou números. Pinturas, estátuas, edifícios, mapas, lugares santos, eternos campos de caça e outros mundos do além são todos exemplos de espaços simbólicos. Ritmos, melodias, histórias, peças de teatro, rimas poéticas, dias santos e eternidade, todos significam tempos simbólicos. Todos são diferentes uns dos outros e diferentes, digamos, do tempo simbólico que um relógio digital indica com números. Nenhuma dessas dimensões simbólicas tem qualquer sentido para qualquer animal. Mas, quando os seres humanos se referem a “espaço e tempo”, em geral estão se referindo a espaço e tempo simbólicos em uma de suas muitas formas. A segunda parte do Capítulo 3 contém algumas especulações sobre as origens evolutivas do tempo e do espaço simbólicos humanos.

Um símbolo é apenas um símbolo e nunca uma coisa real. A palavra “água” não é molhada e não corre. No entanto, os símbolos têm grande poder e podem provocar um tremendo impacto no mundo real. O aparecimento do simbolismo humano foi um dos maiores eventos evolutivos de toda a história da vida. Já mudou grande parte do meio ambiente da Terra e está se encaminhando para impor sua marca no sistema solar e talvez ainda mais além. O Capítulo 4 trata de alguns antigos conceitos simbólicos de espaço e tempo.

Uma vez que os símbolos são criados por culturas humanas específicas, diferentes civilizações construíram diferentes cosmologias simbólicas e, assim, viram e descreveram o mundo segundo a estrutura de tempos e espaços simbólicos diferentes. Um antigo mito egípcio é baseado em uma imagem-tempo diferente daquela que John Milton usou em *Paradiso perdido*, no século XVII, que é diferente da que encontramos no romance *Ulisses*, de James Joyce, do século XX. Mas não são apenas os conceitos abstratos que são diferentes. As próprias percepções de tempo e espaço, o modo pelo qual o povo vê e sente o mundo, também evoluíram diferentemente nas diversas civilizações. Compare-se, por exemplo, o espaço tal como é representado num relevo babilônio com o que se vê numa pintura do holandês Jan Vermeer, contemporâneo de Milton. Os dois são diferentes um do outro, como ambos o são do espaço pintado por um artista do século XX.<sup>2</sup> A história dos tempos e espaços simbólicos

<sup>2</sup>Em contraste, o domínio biológico congênito do tempo e do espaço pelos seres humanos é, e provavelmente sempre foi, muito semelhante em todo o mundo.

humanos parece tão rica quanto pouco conhecida. Entretanto, exceto pelas discussões de biologia e a incursão, no Capítulo 4, em algumas idéias pré-científicas de tempo e espaço, trataremos aqui exclusivamente dos tempos e espaços da civilização ocidental. É, modestamente falando, um tópico bastante grande.

Uma importante idéia nova de tempo e espaço simbólicos, e com ela uma nova cosmologia humana, evoluiu no século XVII com o nascimento das ciências experimentais: a revolução científica. As primeiras ciências experimentais descreviam o mundo em tempo e espaço com símbolos numéricos matemáticos e admitiam que esses números podiam ser determinados por *experimentação e observação cuidadosas*. O “método experimental”, como ficou conhecido, era baseado na idéia de que os sentidos humanos, usados judiciosamente, são capazes de obter informações confiáveis do mundo exterior e que a linguagem e a matemática podem ser usadas para formular leis gerais do tempo e do espaço simbólicos. Essa foi uma idéia extraordinária, e nada semelhante a ela havia sido tentado de modo consistente anteriormente.

A idéia de usar os sentidos para encontrar a lei e a ordem numéricas no tempo e no espaço deu origem às ciências.<sup>3</sup> Mas a idéia propriamente surgiu não das ciências, mas das artes. Cerca de quatro séculos antes do nascimento do método experimental em física, a música polifônica evoluiu na Europa Ocidental e trouxe consigo o sistema de notação para ritmos musicais medidos. Esse sistema tornou possíveis as primeiras medidas de tempo simbólico precisas na história, baseadas em números e independentes do ambiente. Seu sucesso mostrou, convincentemente, que era possível usar números para descrever a passagem do tempo, medindo pequenos intervalos de tempo de maneira precisa e confiável. Portanto, muito antes que o tempo métrico ou matemático tivesse sido inventado, definido, usado e estudado na ciência, já havia sido inventado, definido, usado e estudado por músicos. No Capítulo 5, descrevo o papel da música na evolução do conceito moderno de tempo.<sup>4</sup>

<sup>3</sup>Para evitar mal-entendidos, a palavra “ciência” neste livro *sempre* se refere às ciências naturais apenas, embora não haja definições satisfatórias separando as ciências naturais, humanas e sociais. “Ciência”, neste livro, significa, toscamente falando, os domínios da física, astronomia, química e biologia fundamental, bem como as áreas em que esses domínios se sobrepõem.

<sup>4</sup>O “método experimental” não foi, naturalmente, inventado em um determinado ano. A bem da simplicidade, vou referir-me ao ano de 1600 como a data em que começou a ciência experimental. Essa data está bastante arredondada e corresponde, aproximadamente, a das primeiras experiências mecânicas de Galileu.

As artes visuais, por sua vez, foram instrumento para a descoberta de leis capazes de descrever a percepção de espaço. Alguns séculos antes do estabelecimento do método experimental na ciência, regras numéricas sofisticadas foram estabelecidas para o mais importante sentido espacial humano: a visão. Os artistas da Renascença italiana aplicaram as leis da geometria às leis da visão, o que permitiu, pela primeira vez na história, a criação de pinturas altamente realistas. Esse resultado implicava a poderosa sugestão de que a visão humana pode perfeitamente obedecer a leis matemáticas exatas em sua percepção do espaço e das propriedades espaciais. Um esboço desse desenvolvimento é tratado no Capítulo 6.

Uma das poucas coisas em que os historiadores culturais da civilização ocidental parecem todos concordar é que três desenvolvimentos importantes ocorreram, enraizaram-se e floresceram apenas na civilização ocidental. De várias maneiras, eles caracterizam nossa civilização: música polifônica, pintura perspectiva e ciência experimental. É notável, embora raramente notado, que todos três tenham vindo a existir quando as pessoas lutavam, basicamente, com o mesmo problema técnico: como usar os sentidos para encontrar medidas confiáveis de intervalos de tempo, distâncias espaciais e suas diversas relações. Em outras palavras, como impor a ordem matemática do mundo do perceptível. É também notável – e igualmente raramente observado – que, nesse empreendimento crucial, as artes tenham precedido a ciência experimental.

Soluções bem-sucedidas para esses problemas na arte e na ciência ocidentais foram sendo encontradas, vagarosa mas progressivamente, desde cerca da metade do século XIII (início da polifonia) até o tempo de Isaac Newton (fim da revolução científica), ao terminar o século XVII. Esses novos desenvolvimentos deram origem a um novo e poderoso sistema de tempo e espaço simbólicos, que conduziu a um novo meio de perceber e compreender o mundo. Como mencionei anteriormente, essa nova cosmologia evoluiu quando as pessoas conscientemente começaram a confiar em seus sentidos e as impressões sensoriais diretas se tornaram a principal fonte de informações sobre a natureza do mundo exterior. Isso aconteceu, durante esse período, pela primeira e única vez na história conhecida. Em todas as outras explicações humanas do mundo, em todas as outras cosmologias simbólicas, a função das impressões sensoriais sempre foi secundária e, quaisquer que fossem os fatores julgados importantes nas atividades do mundo exterior, a necessidade de expô-los aos controles dos sentidos nunca surgiu.

O início da moderna civilização européia quebrou essa tradição muito longa, e isso teve importantes consequências. Introduziram-se

novas e sofisticadas noções que refletiam aquilo que era percebido pelos sentidos. Como resultado, uma nova visão do mundo, uma nova cosmologia simbólica, evoluiu gradualmente, tornando-se compatível com nosso quadro congênito do mundo exterior: a cosmologia mamífera do cérebro humano. Agora o mundo era visto, e também considerado, como consistindo em objetos individuais e permanentes, movendo-se em um espaço e um tempo expandidos. Em vez de serem governadas por deuses residentes em mundos mitológico-religiosos do além, as atividades do mundo eram agora determinadas por leis causais, regulando processos previsíveis e perceptíveis, tanto na natureza como na sociedade. Foi nessa nova estrutura mental de espaço e tempo que se formulou a física clássica, se criou e se compreendeu a arte européia, e evoluíram a história, a literatura, a filosofia, a música e a matemática ocidentais.

Vou referir-me a toda essa estrutura de tempo e espaço simbólicos como “clássica”. Esse nome é apropriado não somente porque essa estrutura está associada com a física e a arte clássicas, mas também, como se mostra no Capítulo 4, porque algumas de suas idéias se originaram na antiguidade – nos conceitos espaciais dos antigos gregos e nas noções de tempo da Bíblia hebraica. O espaço e o tempo clássicos da Europa são o assunto do Capítulo 6.

O restante do livro é devotado ao tempo e ao espaço simbólicos de nosso próprio século. Embora ainda experimentemos o mundo diretamente observável através de uma cosmologia mamífera, nossa cosmologia simbólica, durante os últimos 80 anos, tem-se livrado da estrutura clássica, tanto nas artes como nas ciências. Foi no princípio do século XX que um novo tempo e um novo espaço foram inventados e, com eles, uma nova cosmologia humana. A emergência dessa nova estrutura mental foi um evento histórico de primeira magnitude.

Enquanto a evolução da estrutura mental do tempo e espaço clássicos foi lenta, sua substituição foi rápida. Em vez de precisar de séculos para evoluir, a nova visão do mundo, as “modernas” noções de tempo e espaço surgiram na primeira década deste século, quase simultaneamente em trabalhos de física, pintura e música.

Vemos agora, numa compreensão tardia, que no princípio deste século a física atingiu um estágio em que o mundo de dimensões humanas, o mundo conhecido por meio das impressões sensoriais diretas, tomou-se mais ou menos compreendido. O interesse transferiu-se para camadas mais profundas, para fenômenos que ocorrem nos mundos do muito pequeno ou do muito grande, ou para os que acontecem muito rapidamente. Sobre esses mundos, só podemos

obter informações de segunda mão, ou informações sensoriais indiretas. As informações vindas dessas dimensões extremas continham novidades chocantes. A maioria dos fenômenos desses mundos não podia ser compreendida segundo a estrutura mental do espaço e do tempo clássicos, e muitas vezes era totalmente estranha à cosmologia intuitiva congênita de nosso cérebro.

Investigando o velocíssimo fenômeno de propagação da luz, em 1905, Albert Einstein criou a teoria especial da relatividade. Essa teoria tornou obsoletos muitos dos conceitos básicos de tempo e espaço clássicos, substituindo-os por uma nova estrutura simbólica de tempo e espaço. O trabalho de Einstein marcou um longo período de descobertas físicas e astronômicas que fizeram época, todas relacionadas com a estrutura de tempo e espaço. A teoria especial da relatividade foi seguida, dez anos depois, pela ainda mais profunda teoria geral. Mais outros dez anos viram a descoberta da expansão do espaço do universo e, com ela, a possibilidade de observar diretamente acontecimentos do passado distante. Cada década produziu pelo menos uma nova idéia importante relativa ao tempo e ao espaço, e muitas vezes essas foram as mais importantes descobertas do período. O presente não é exceção. Grande parte da pesquisa fundamental na década de 80 relaciona-se com dimensões ocultas do espaço e como isso influi na atividade do universo.

A primeira década deste século também presenciou um ataque bem-sucedido a outros elementos da cosmologia congênita de nosso cérebro. Em 1900, Max Planck descobriu que a continuidade que julgamos perceber no mundo exterior não existe nos processos fundamentais da natureza. Em 1905, Einstein criou uma hipótese referente à natureza da luz que não apenas contradisse a física clássica, mas era completamente contrária a toda experiência anterior referente à natureza do mundo. Essas descobertas conduziram, em outros 20 anos, à evolução da mecânica quântica e a uma totalmente nova visão científica do mundo, não somente incompatível com todas as idéias anteriores, mas também colidindo frontalmente com nossas experiências sensoriais diretas, nossa intuitiva e congênita cosmologia mamífera. Os Capítulos 7, 8 e 10 são sobre esses desenvolvimentos.

As artes visuais passaram por uma revolução semelhante. Pintores do início do século XX também estavam preocupados com problemas de espaço e aparência visual. Eles sentiram que as formas então aceitas de representar o espaço e as formas espaciais eram inadequadas para acomodar suas novas idéias. Esse sentimento resultou numa explosão de atividade depois de 1907, ano em que um grupo de artistas pioneiros, tendo à frente Pablo Picasso e Georges Braque,

rompeu radicalmente com as antigas formas de pintar. Esses artistas representaram as aparências visuais em formas totalmente novas e criaram aspectos que semelhantes nunca haviam sido vistos antes. Seu método e seu estilo tornaram-se conhecidos como “cubistas”.

Foi a maior revolução na pintura desde a Renascença, e foi o primeiro passo de toda uma série de inovações e descobertas radicais. Uma série de outras escolas de pintura seguiu o cubismo. Sua influência espalhou-se rapidamente a todas as formas de artes plásticas. Virtualmente cada década do século XX apresentou novos métodos e idéias em todas as artes visuais. A maioria tinha pouco em comum com o cubismo, exceto no abandono das idéias clássicas de percepção do espaço e das formas espaciais. O cubismo foi, contudo, o detonador do processo que substituiu o espaço simbólico clássico nas pinturas por uma série de outros espaços simbólicos e introduziu noções totalmente novas sobre a natureza da visão humana e do mundo visível. O Capítulo 9 contém alguns detalhes desses desenvolvimentos.

Quanto ao sentido de tempo, foi também desafiado e transformado – com as mudanças que se realizaram na música ocidental. Tal como na física e na pintura, as mudanças no século XX foram radicais, talvez as mais radicais na história da música. O acontecimento fundamental aqui foi a introdução do que se tornou conhecido como “atonalidade”. O lançador dessa ousada inovação foi Arnold Schoenberg e a data foi 1908. Apesar de uma forte (e, até hoje, de modo algum vencida) oposição, a atonalidade tornou-se a fonte da maioria das novas idéias na teoria e na prática musicais do século XX. No Capítulo 9, argumentarei que a música atonal corresponde a um sentido de tempo que é diferente e virtualmente incompatível com todas as ordens musicais anteriores. A música atonal, portanto, representa um novo tipo de tempo simbólico.

A civilização de hoje tem estado sob a forte influência dessas revoluções culturais dos primeiros anos do século XX. A nova estrutura mental do tempo e espaço simbólicos criou um novo mundo, com novos desafios e oportunidades. A literatura é um bom exemplo: já nas duas primeiras décadas do século, escritores como Marcel Proust, James Joyce e Franz Kafka fizeram uso de imagens de tempo e espaço na mente humana que teriam sido inimagináveis antes do nascimento de nosso século. Assim, uma nova e moderna estrutura simbólica de tempo e espaço tornou as formas de toda arte e ciência do século XX radicalmente diferentes de qualquer coisa que tenha existido anteriormente. Ela foi a fonte de muito daquilo que veio a ser chamado de “modernismo” pelos historiadores culturais.

O último capítulo nos traz ao presente e a um rápido olhar à pesquisa em andamento na física e na astronomia. Uma nova compreensão que vem surgindo a partir da pesquisa atual é que as propriedades das partículas elementares podem conter indícios muito importantes para uma compreensão das propriedades em larga escala do universo. Essa é uma idéia espantosa e que terá, provavelmente, conseqüências extraordinárias. Presentemente, grandes aceleradores de partículas estão sendo construídos em muitos países com o objetivo de estudar o comportamento da matéria em intervalos de tempo e espaço muito pequenos. Esses aceleradores estão servindo, de certa forma, como supermicroscópios que permitem a observação dos processos que se realizam profundamente dentro de regiões do mundo muito pequenas. Pensa-se, atualmente, que esses mesmos aceleradores poderiam também ser usados para o estudo do estado do universo em seu mais longínquo início. Como espelhos mágicos em uma mitologia particularmente imaginativa, esses instrumentos podem permitir-nos investigar a estrutura original da qual nosso universo em espaço e tempo evoluiu, há cerca de 15 bilhões de anos, e verificar como se realizou esse processo. Mas aqui não estamos nos perdendo em mitologia, nem mesmo em filosofia. Essas idéias foram inspiradas por experiências e observações; podem conduzir a predições que podem novamente ser testadas por novas experiências e novas observações. Depois de muitas mitologias encantadoras e coloridas, estamos chegando, agora, cada vez mais perto da coisa real.

Os mundos do muito pequeno e do muito grande, e o modo como foram uma vez reunidos na história do universo, são, assim, os assuntos do último capítulo deste livro. Nosso ponto de partida, por outro lado, é um fenômeno que pode parecer mais modesto, mas que, de fato, é não menos impressionante. Voltamos agora às origens de nossas orgulhosas realizações, ao primeiro reconhecimento adaptável de espaço e tempo da vida.