

# PERGUNTAS FREQUENTES SOBRE O UNIVERSO

JORGE CHAM &  
DANIEL WHITESON

Coordenador da Coleção: David Marçal

Tradução de Joana Honrado

 **DESASSOSSEGO**  
LIVROS PARA PENSAR



Para Oliver.

J.C.

Para Silas e Hazel, cujas perguntas constantes inspiraram  
e interromperam a escrita deste livro.

D.W.





## ÍNDICE

Prefácio (David Marçal)	11
Uma introdução frequentemente pedida	15
Porque não posso voltar atrás no tempo?	19
Por que razão os extraterrestres ainda não nos visitaram? <i>Ou talvez já o tenham feito?</i>	31
Será que existe outro você?	43
Por quanto tempo sobreviverá a Humanidade?	57
O que acontece se ficar preso num buraco negro?	71
Por que razão não nos podemos teletransportar?	87
Há outra Terra por aí?	101
O que nos está a impedir de viajar até às estrelas?	113
Será que um asteroide irá colidir com a Terra e matar-nos a todos?	125
Serão os seres humanos previsíveis?	141
De onde veio o Universo?	151
Irá o tempo alguma vez parar?	165
Será que existe vida depois da morte?	181
Será que vivemos numa simulação de computador?	193
Por que razão $E=mc^2$ ?	205
Onde se situa o centro do Universo?	215
Podemos transformar Marte numa Terra?	225
Podemos viajar através de uma dobra espacial?	239
Quando é que irá o Sol extinguir-se?	253
Por que motivo fazemos perguntas?	263
<i>Agradecimentos</i>	267





## PREFÁCIO

DE DAVID MARÇAL

Jorge Cham, um dos autores deste livro, ficou mundialmente famoso devido à sua série de tiras de banda desenhada *PhD Comics*, acerca da vida dos alunos de doutoramento. «PhD» é a abreviatura da expressão inglesa *Doctor of Philosophy*, que se pode traduzir literalmente por «Doutor em Filosofia». O doutoramento é o mais elevado grau académico. Mas os detentores desse grau não são necessariamente especialistas em filosofia, podendo ser doutorados em qualquer área do conhecimento, como a física ou a economia, para dar dois exemplos. «Filosofia» é uma palavra de origem grega que significa, etimologicamente, «amor à sabedoria». Mas, para Jorge Cham, «PhD» significa *Piled Higher and Deeper*, que numa tradução livre será qualquer coisa como «empilhados mais alto e mais fundo». Na verdade, o número de pessoas que obtêm o grau de doutor, assim como o número de estudantes de doutoramento, têm vindo a aumentar em todo o mundo, podendo dar a ideia de que eles se estão a empilhar. Obviamente que o aumento do número de estudantes de doutoramento é uma boa notícia, pois significa que cada vez mais pessoas têm acesso ao nível académico mais elevado (*Higher*), mas o estatuto dos alunos de doutoramento caiu (*and Deeper*), até ao ponto de se sentirem empilhados (*Piled*).

Jorge Cham é ele próprio doutorado em Robótica pela Universidade de Stanford, nos Estados Unidos. No seu *PhD Comics* conta as peripécias da vida dos estudantes de doutoramento, que vivem este paradoxo de terem acesso a uma educação de elite mantendo ao mesmo tempo um baixo estatuto, muito baixo relativamente ao dos professores que os supervisionam (ou que não supervisionam, essa é uma das piadas de Cham).

Em abril de 2012, Cham teve uma conversa na cafeteria do CERN — a organização europeia para a investigação nuclear instalada em Genebra, na Suíça — com o físico Daniel Whiteson acerca do bosão de Higgs, uma partícula cuja iminente descoberta nessa altura muitos aguardavam no CERN. O bosão de Higgs, que tinha sido previsto uns 40 anos antes pelo físico britânico Peter Higgs, e pelos físicos belgas François Englert e Robert Brout, tornou-se então muito popular. Havia quem lhe chamasse — embora disparatamente — a «partícula de Deus», pois o bosão de Higgs «dá massa» às outras partículas. A ansiada descoberta aconteceu no dia 4 de julho de 2012, no acelerador de partículas do CERN, o Large Hadron Collider, ou Grande Colisor de Hadrões, um anel subterrâneo com 27 quilómetros de perímetro, no interior do qual milhares de ímanes feitos de materiais supercondutores arrefecidos a 271 graus Celsius negativos aceleram dois feixes de prótons até perto da velocidade da luz, fazendo-os depois colidir. O resultado destas colisões é o que interessa aos físicos, e a deteção do bosão de Higgs era uma confirmação experimental muito aguardada. A descoberta por dois detetores independentes nas catacumbas do CERN valeu a Peter Higgs o prémio Nobel da Física de 2013, em conjunto com o seu colega François Englert (Brout já tinha falecido).

Mas deixemos os túneis que parecem saídos de um filme de ficção científica e voltemos à cafeteria do CERN: Whiteson explicou a física do bosão de Higgs a Cham. O segundo achou útil ilustrar a explicação, tendo assim nascido uma tira do *PhD Comics* acerca do referido bosão. Cham passou a incorporar a divulgação científica nos temas do seu humor académico. Para dar outro exemplo, recentemente publicou uma tira sobre o novo telescópio espacial James Webb.

Cham e Whiteson são os autores de um livro já publicado nesta coleção, intitulado *Não Fazemos Ideia: Um guia para o Universo desconhecido*. Nele colaboram para, através do humor e das ilustrações, oferecerem ao leitor explicações acerca do que... não sabemos! O título é uma alusão ao facto de 95 por cento do Universo ser constituído por matéria negra e energia escura, duas coisas acerca das quais sabemos muito pouco. A matéria e a energia conhecidas, às quais podemos chamar «normais», perfazem apenas uns desoladores 5 por cento do Universo.

Este novo livro é acerca do que sabemos! Apesar de tudo, sabemos alguma coisa. A vasta maioria do que sabemos está relacionada com a matéria e a energia «normais». Temos muitas dúvidas acerca daquilo que sabemos, mas isso não é necessariamente mau, pois significa que podemos melhorar o nosso conhecimento. Há possibilidades que se podem tornar reais. E isso é



excitante. Para dar um exemplo, a leitora ou leitor demorou algum tempo a ler este prefácio até aqui, mas o tempo ainda é um grande mistério. Se um leigo falar com um físico, irá provavelmente concluir que quase tudo o que pensa acerca do tempo não é bem assim ou está pura e simplesmente errado. Mas tal não é razão para desanimar, pois também significa que pode aprender mais sobre o tempo.

Muitas das coisas que sabemos sobre o mundo são, necessariamente, complicadas. Mas Jorge Cham e Daniel Whiteson explicam-nas com desenhos e humor. Este e o livro anterior da mesma dupla de autores são exemplos exímios de divulgação de ciência: explicações claras e acessíveis de fenómenos muito complicados. Claro que o leitor não se vai tornar um físico teórico ao ler estes livros. Não será capaz de propor uma partícula que possa vir a ter o seu nome, valendo-lhe o prémio Nobel da Física daqui a 40 anos — ninguém o impede de tentar, claro, mas eu não faria planos para aplicar o dinheiro do prémio. No entanto, ficar minimamente familiarizado com algum do conhecimento do nosso tempo acerca dos grandes segredos do Universo pode ser muito recompensador.

Lisboa, 10 de maio de 2023





## UMA INTRODUÇÃO FREQUENTEMENTE PEDIDA

Toda a gente tem perguntas.

É uma parte inerente de ser-se humano. Enquanto espécie, podemos não concordar em muita coisa: política, equipa de futebol favorita, ou o melhor sítio para comer um taco à meia-noite. Mas há algo que nos une: uma necessidade de *saber*. Todos nos questionamos, e, lá no fundo, partilhamos as mesmas perguntas.

Porque não posso voltar atrás no tempo? Existe uma outra versão minha em algum lugar? De onde veio o Universo? Por quanto tempo é que os seres humanos vão andar por aí? E quem é que come tacos à meia-noite?

Felizmente, temos respostas.

A ciência tem feito um progresso incrível nos últimos cem anos, e há muita coisa que podemos dizer sobre algumas questões fundamentais do Universo. Existem, como é de esperar, ainda grandes mistérios por resolver (leia o nosso livro anterior, *Não Fazemos Ideia: Um guia para o Universo desconhecido*), mas, para a nossa espécie, parece que as coisas no departamento entender-o-Universo estão na direção certa. Tanto que sentimos que era altura de compilar uma lista de respostas fáceis de ler e em *cartoon* para algumas das perguntas mais frequentes da Humanidade.

Neste livro, exploraremos respostas para algumas das perguntas mais profundas e mais existenciais que as pessoas colocam sobre si mesmas, sobre o planeta e sobre a natureza da própria realidade. Já se perguntou por que motivo os extraterrestres nunca nos visitaram (isto é, supondo que não o fizeram)? Ou se você é verdadeiro, ou uma simulação pré-programada num

videojogo extraterrestre qualquer? Não é capaz de dormir, a pensar se a vida depois da morte é possível? Tem agora nas mãos as respostas a todas estas perguntas.

Cada capítulo remete para uma pergunta frequente, na esperança de revelar, ao longo da leitura, verdades arrebatadoras sobre o nosso extraordinário Universo. Pense neste livro como a preparação para a próxima festa de *cocktail*, ou uma leitura rápida e fascinante, enquanto está sentado na sanita (por sorte, fizemos capítulos relativamente curtos).

Talvez sinta curiosidade em saber o que nos torna qualificados para responder a estas perguntas. Fique descansado, pois temos a maior das qualificações para sermos peritos num determinado assunto: temos um *podcast*.

No nosso humilde programa áudio realizado duas vezes por semana, *Daniel and Jorge Explain the Universe*, abordamos tópicos como micro-ondas, fenómenos intergalácticos, ou partículas elementares hipotéticas.

Porém, dar respostas aos nossos ouvintes foi o que nos inspirou a escrever este livro. Para nós, essa é uma das partes mais entusiasmantes de ter um *podcast*. Não há nada melhor do que abrir a nossa caixa de entrada e ler uma pergunta profunda de um ouvinte curioso.

Nem imagina as perguntas que recebemos! Os curiosos variam em idade (dos nove aos 99 anos), ocupação e lugar. Ficaria surpreendido com as perguntas espetaculares que alguém de 99 anos, de Devonshire, pode ter sobre o Universo observável.

Parece que questionar e querer saber faz parte de nós. Muitos diriam que questionar a natureza do nosso cosmos e o nosso lugar nele é uma das alegrias de estar vivo. No entanto, pode ser frustrante não ter as respostas de imediato, ou acabar por ter ainda mais questões (sobre algumas das respostas abordadas neste livro), mas fazê-las já revela algum poder.

É que fazer perguntas parte do pressuposto de que é possível descobrir as respostas, e acreditamos que isso seja um ato de esperança. O que pode ser mais esperançoso do que acreditar que o Universo e todos os seus incríveis mistérios podem um dia ser revelados ou compreendidos?

Junte-se a nós enquanto nos ligamos à curiosidade coletiva dos seus companheiros humanos e mergulhamos nas questões que frequentemente os confundem. As respostas podem ser, por vezes, surpreendentes, e talvez desafiem a ideia que tem do Universo. Noutras vezes, as respostas serão dolorosamente incompletas, porque vão além da compreensão humana.

Em todos os casos, lembre-se de que a maioria da diversão está em fazer a pergunta.

Boa leitura!



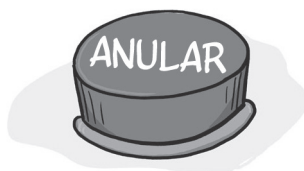
P.S.: Não se esqueça de puxar o autoclismo.



## PORQUE NÃO POSSO VOLTAR ATRÁS NO TEMPO?

**N**a verdade, quem disse que não pode voltar atrás no tempo? Trata-se de algo comumente desejado. Quem é que não iria querer viajar no tempo e falar com figuras históricas famosas, ou assistir em pessoa a momentos importantes que aconteceram? Podia descobrir quem realmente assassinou John F. Kennedy ou aquilo que acabou com os dinossauros.

De uma forma mais prática, seria ótimo voltar atrás no tempo para coisas mais simples, como corrigir um erro que tenha feito. Se entornou café nas suas calças, podia voltar atrás no tempo e... não o entornar. Se disse algo ao seu chefe de que agora se arrepende, volte atrás no tempo e não o diga. Se pediu uma *pizza* com ananás e depois percebeu que é nojenta, pode voltar atrás e pedir uma *pizza* a sério. Seria como ter um botão de anular (o equivalente a Ctrl+Z, ou Command+Z para os snobes do Mac) para o Universo.



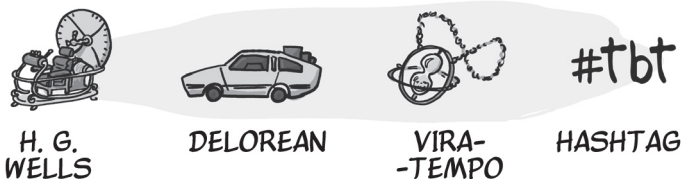
E, ainda assim, os cientistas não construíram um aparelho desses até hoje. O passado permanece imutável. O tempo continua a ser o nosso maior inimigo, e parece que estamos condenados a viver arrependidos dos nossos erros do passado para todo o sempre. Não há repetições neste Universo.

Mas porquê? Porque sentimos que podemos mudar o futuro, mas não o passado? Existe alguma lei da física complexa que impossibilite viajar no tempo, ou trata-se apenas de resolver um problema técnico difícil? E, de qualquer maneira, qual é a diferença?

Bem, poderia ficar surpreendido por saber que viajar no tempo *não está*, na verdade, posto de parte pelos físicos. Tecnicamente, é possível voltar atrás no tempo. Não funciona da mesma maneira que acontece nos filmes, mas talvez não seja impossível criar um botão de retroceder. De facto, no fim deste capítulo, descrevemos uma ideia nova e aprovada pelos físicos para as viagens no tempo.<sup>1</sup>

Por isso, coloque os seus óculos de proteção, prepare o seu *hoverboard* e *DeLorean*, porque estamos prestes a responder àquela questão intemporal: porque não posso voltar atrás no tempo... ainda?

### MÁQUINAS DO TEMPO FAMOSAS



## Prático vs. Possível vs. Não Impossível

Em primeiro lugar, vamos deixar claro aquilo que queremos dizer quando perguntamos se algo é «possível». Depende a quem pergunta.

Se perguntar a um *engenheiro* se algo como viajar no tempo é possível, ele dirá que sim, se se mentalizar que consegue construir uma máquina do tempo por menos de 3 biliões de dólares e em menos de uma década.

Mas se perguntar a um *físico* se algo é possível, ele verá a questão de outra perspetiva. Um físico dirá que algo é possível se não souber de uma lei da física que o impeça.

Por exemplo:

<sup>1</sup> Aprovada por um físico, pelo menos.



TAREFA	ENGENHEIRO	FÍSICO
COZINHAR UM PERU COM ARMAS NUCLEARES	DIFÍCIL, MAS TALVÉZ SIM	CLARO
FAZER UM BOLO DO TAMANHO DE UMA MONTANHA	NÃO	TOTALMENTE POSSÍVEL
CHEGAR A 100 QUILOMETROS DA SUPERFÍCIE DO SOL	POR FAVOR, NÃO	NADA CONTRA
ESCAVAR ATÉ AO CENTRO DA TERRA PARA FAZER UM PARQUE DE DIVERSÕES GIGANTE EM GRAVIDADE ZERO	DESISTO	APROVADO

Uma vez que este livro é sobre física e o Universo, seguimos a perspectiva do físico. Isso implica que o nosso objetivo neste capítulo seja descobrir se viajar no tempo quebra alguma das leis do Universo, e não se isso envolveria gastar um balúrdio de dólares e centenas de anos para torná-lo real. Acreditamos que, assim que os físicos declararem isso possível, os engenheiros vão, decerto, descobrir uma forma de o concretizar. Depois, o próximo passo é entregá-lo ao pessoal do *software*, que pode codificar uma aplicação para isso («Siri, “desentorna” o meu café»).



Para saber se viajar no tempo pode ser aprovado pelos físicos, temos primeiro de entender o tempo da mesma maneira que os físicos. O tempo é um tópico muito traiçoeiro, e que confundiu e desconcertou as pessoas por muito... tempo, pois. Basicamente, a física considera que o tempo é aquilo que permite ao Universo mudar. É o *fluxo*, o movimento, a maneira como o *antes* se torna no *agora*. É o que ordena e organiza uma série de fotos estáticas num filme fluido.

É que o Universo parece fluir de forma suave. Não salta de forma violenta de um momento para outro drasticamente diferente. Não está a ler este livro no sofá e, de repente, está na praia. Isso acontece porque o passado estabelece limites àquilo que pode acontecer no presente. Se esteve a beber café há pouco, então as possibilidades do presente ditam que ou gostou do café, ou que o entornou nas calças. Não é expectável que, subitamente, se transforme num dragão azul a beber sumo de aipo fermentado.

O passado controla os tipos de futuro que podemos ter. Chama-se «causa e efeito», e é, no fundo, como os físicos tentam encontrar um sentido lógico na forma como este Universo louco, alucinado e manchado de café sofre alterações.

Essas mudanças ocorrem de forma fluida e *levam tempo*. Nada neste Universo é instantâneo. Os eventos estão conectados uns aos outros. Há um procedimento a seguir quando quer fazer uma *pizza*. Não pode simplesmente estalar os dedos e transformar instantaneamente farinha, tomates e queijo numa *pizza*. O Universo requer que passe por movimentos: misturar os ingredientes, amassar o pão, preparar os tomates, beber vinho, cozinhar, e por aí fora.<sup>2</sup> Há etapas que tem de seguir para mudar de uma configuração (ingredientes crus) para outra (*pizza* quentinha). O tempo é aquilo que conecta estes passos, e, sem ele, o Universo não faz sentido.

Com esta percepção do tempo, vamos pensar agora nalgumas possibilidades para viajar no tempo.

## **Não Pode Regressar ao Futuro**

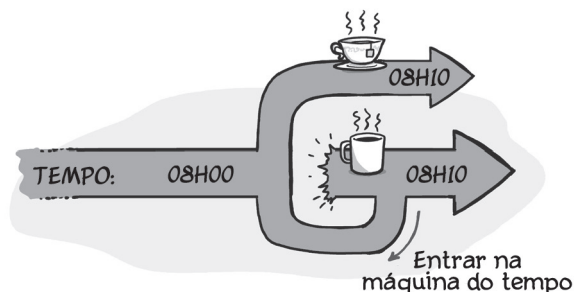
Uma das razões mais tentadoras para querer viajar no tempo é saltar para o passado e mudar alguma coisa, de maneira a influenciar o futuro — como não entornar o café, ou comprar ações da Netflix em vez da Blockbuster Video (RIP). Gostaria de mudar algo no passado e depois regressar ao presente e usufruir dos resultados das suas manipulações.

Esta ideia revela um grande problema. De forma muito simples, não faz nenhum sentido.

Se observarmos o tempo de acordo com o fluxo do Universo (ou como a *pizza* vai ficando no forno), vemos facilmente que alterar o passado é um disparate. Imaginemos que um dia acorda às oito da manhã e faz café. O único problema é que o café sabe mal. Então, decide pular para dentro da sua máquina do tempo, recuar até às oito da manhã, e preparar chá em vez de café.

---

<sup>2</sup> OK, o Universo não o obriga a beber vinho.



Isto faz sentido se estiver a ver um filme, mas do ponto de vista de um físico, não.

Na perspetiva de um físico, existe uma configuração do Universo (aquela em que o mau café foi criado) que não está conectada às configurações anteriores do Universo. Se decidiu fazer o chá, como é que o mau café foi feito? Para um físico, isto quebra a lei da causa e efeito: há um efeito (mau café), mas nenhuma causa (chá como alternativa). Por outras palavras, é como se fizesse uma *pizza* sem ter misturado os ingredientes.

Infelizmente, torna-se impossível mudar o passado. Não respeitar a lei de causa e efeito significa que o Universo não está em coerência com ele próprio, e isso é impensável para os físicos.

Bem, deve estar a pensar: «Então e os saltos temporais? As histórias alternativas! Isto aconteceu no filme dos *Vingadores!*» Infelizmente para o «Doc» Brown (e para o Homem de Ferro), isto também não faz sentido. Como é que pode alterar uma linha temporal, ou criar uma nova, quando essa mesma ideia depende do tempo em si? As linhas temporais *representam* mudança, por isso elas não se conseguem alterar. E embora o conceito do multiverso seja algo que os cientistas tenham em consideração, a possibilidade de nos podermos mover ou escolher entre universos alternativos é nula.

Portanto, há muitas razões que levam os cientistas a afirmar que o leitor não consegue saltar para outro tempo e mudar as coisas, o que significa que o seu sonho de manipular o *stock* do mercado e enriquecer à pala da física foi desta para melhor.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> De qualquer maneira, enriquecer à pala da física nunca foi um sonho realista.

## Onde Há Um Físico, Há Uma Maneira

Será que ser rigoroso em relação à causa e efeito significa que viajar no tempo é *impossível*? Na verdade, não! Apenas quer dizer que *alterar o passado* é impossível. E se quiséssemos ir ao passado sem alterar nada? Talvez isso funcionasse. Digamos que você queria ver os dinossauros, ou saltar para o futuro apenas para ver como ele é. É possível? Segundo o nosso entendimento da física, é totalmente possível (contudo, não pergunte ainda aos engenheiros se é).

Para perceber como isto podia funcionar, tem de se habituar a pensar no espaço como algo mais do que espaço. Os físicos gostam de pensar na junção do espaço e do tempo como algo chamado (de forma não muito criativa) «espaço-tempo».

Estamos acostumados a mover-nos no espaço perto da superfície da Terra, onde as coisas são mais simples. Atira uma bola ao ar, ela cai. Anda de lado, vai para o lado. O tempo é igualmente simples aqui na Terra: o relógio regista a passagem do tempo e os relógios por todo o mundo estão em sintonia.

Mas os físicos dizem-nos que o espaço fica muito estranho em algumas zonas do Universo. E nesses casos, o melhor é pensar no espaço unido ao tempo. Para um físico, nós não nos movemos apenas pelo espaço *no* tempo; nós movemo-nos através de *uma* coisa chamada espaço-tempo.

O espaço-tempo é esquisito. Faz coisas que vão além da nossa compreensão; pode *curvar*. E dobrar nele mesmo. Pode até andar em *loop*<sup>4</sup>.

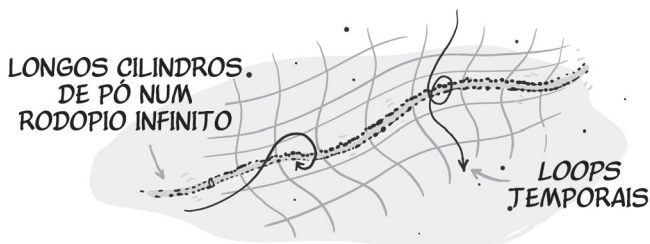
Vamos ter em atenção duas formas em que esta esquisitice do espaço-tempo podia tornar realidade a viagem no tempo.

### Longos Cilindros de Pó Infinitos

Segundo Einstein, o espaço-tempo curva-se sempre que existe algo pesado por perto. Esta é a sua ideia de gravidade: é uma distorção do espaço e tempo, em vez de uma força. Por exemplo, a Lua anda à volta da Terra, não devido à nossa gravidade que a puxa, mas porque navega num funil de espaço-tempo encurvado pela massa da Terra, como um carro de corridas às voltas numa pista curva.

---

<sup>4</sup> Repetição infinita. (N. de T.)



Só que a massa não faz com que o espaço apenas se curve; também estica e comprime o tempo. E configurações estranhas da massa podem fazer coisas muito estranhas ao tempo. Por exemplo, se criar um longo cilindro infinito de pó em rodópio, poderia ser capaz de fazer algo incrível: próximo dessa coluna estranha de pó, o tempo e o espaço iriam curvar-se de uma forma que lhe permitiria mover-se repetidamente ao longo do tempo. Tal significa que um objeto podia seguir potencialmente um caminho que o levasse de volta ao lugar em que — e quando — começou.

## Buracos de Minhoca

A nossa versão moderna de espaço-tempo também pode encurvar e distorcer de outras maneiras estranhas. O espaço-tempo dobra-se em si mesmo e cria um túnel, ou um atalho, entre diferentes pontos no espaço-tempo. Este atalho é conhecido como «buraco de minhoca». Pode pensar num buraco de minhoca como uma distorção ou uma nova reestruturação do espaço-tempo que liga dois pontos diferentes.

A maioria das pessoas pensa nos buracos de minhoca como a junção de dois pontos no espaço (que os torna potencialmente úteis para viajar até galáxias longínquas). Mas em teoria, os buracos de minhoca também podem ligar dois pontos diferentes no tempo. Não se esqueça, tudo isto é chamado de «espaço-tempo». Um buraco de minhoca não o pode levar simplesmente ao seu lugar favorito para beber chá de bolhas na cidade; levá-lo-ia lá antes de o chá de bolhas ficar na moda.