

RANDALL MUNROE

E se?

Respostas científicas para perguntas absurdas

Tradução

Érico Assis



COMPANHIA DAS LETRAS

Copyright © 2014 by Randall Munroe
Copyright das ilustrações © 2014 by Randall Munroe
Copyright da letra “If I Didn’t Have You” © 2011 by Tim Minchin.
Publicada com a permissão de Tim Minchin.
Todos os direitos reservados.

*Grafia atualizada segundo o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990,
que entrou em vigor no Brasil em 2009.*

Título original

What if? — Serious Scientific Answers to Absurd Hypothetical Questions

Capa

Patrick Barry

Foto de capa

Cortesia do autor

Projeto gráfico

Christina Gleason

Revisão técnica

Ricardo Matsumura Araújo

Preparação

Andressa Bezerra Corrêa

Revisão

Ana Maria Barbosa

Mariana Zanini

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Munroe, Randall

E se? / Randall Munroe ; tradução Êrico Assis. —
1ª ed. — São Paulo : Companhia das Letras, 2014.

Título original : What if?.

ISBN 978-85-359-2483-1

1. Ciência – Miscelânea I. Título.

14-09453

CDD-500

Índice para catálogo sistemático:

1. Ciência 500

[2014]

Todos os direitos desta edição reservados à

EDITORA SCHWARCZ S.A.

Rua Bandeira Paulista, 702, cj. 32

04532-002 — São Paulo — SP

Telefone: (11) 3707-3500

Fax: (11) 3707-3501

www.companhiadasletras.com.br

www.blogdacompanhia.com.br



PERGUNTAS

<i>Aviso</i>	11	Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 2	79
<i>Introdução</i>	13	A última luz humana	80
Vendaval global	17	Metralhadora jetpack	87
Bola de beisebol relativista	23	Ascensão constante	92
Piscina de combustível nuclear	27	Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 3	96
Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 1	31	Submarino orbital	97
Máquina do tempo nova-iorquina	32	Seção de respostas rápidas	102
Almas gêmeas	40	Raios	108
Canetas laser	45	Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 4	114
Mureta periódica	54	Computador humano	115
Todo mundo pulando	62	Planetinhas	122
Um mol de toupeiras	66	Bife à queda livre	127
Secador de cabelo	71		



Disco de hóquei	132	Jogando alto	190
Resfriado comum	134	Neutrinos matam	196
O copo meio vazio	139	Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 8	200
Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 5	146	Lombadas	201
Astrônomos alienígenas	147	Imortais perdidos	206
Sem DNA	152	Velocidade orbital	210
Cessna interplanetário	158	A banda da FedEx	215
Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 6	163	Queda livre	218
Yoda	164	Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 9	222
Estados janelinha	167	Esparta	223
Cair com hélio	172	Secar os oceanos	227
Todo mundo pra fora	175	Secar os oceanos — parte II	233
Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 7	179	Twitter	240
Autofertilização	180	Ponte de Lego	245

O pôr do sol mais longo	251	Todos os raios	289
Ligações aleatórias pós-espirro	256	O ser humano mais sozinho	293
Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 10	259	Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 11	296
Terra em expansão	260	Gota de chuva	297
Flecha sem peso	267	Chutar no vestibular	301
Terra sem Sol	271	Bala de nêutrons	303
Atualizar a Wikipédia impressa	275	Perguntas bizarras (e preocupantes) que chegam ao <i>E se?</i> — nº 12	312
Facebook dos mortos	278	Quinze na escala de Richter	313
O Sol se põe no Império Britânico	282	<i>Agradecimentos</i>	319
Mexer o chá	285	<i>Referências</i>	321



VENDAVAL GLOBAL

P. E se, de repente, a Terra e todos os objetos no solo parassem de girar, mas a atmosfera mantivesse sua velocidade?

— Andrew Brown

R. QUASE TODO MUNDO IRIA MORRER. *Depois o negócio ficaria interessante.*

Na linha do equador, a superfície da Terra movimenta-se a aproximadamente 470 m/s — quase 1700 km/h — em relação ao eixo. Se a Terra parasse e a atmosfera não, teríamos um vendaval repentino de 1700 km/h.

O vento seria mais forte no Equador, mas tudo e todos que vivem entre 42 graus ao Norte e 42 graus ao Sul — o que dá uns 85% da população mundial — teriam que encarar um vento supersônico de uma hora para outra.

Próximo da superfície, o vento mais forte duraria só alguns minutos, pois perderia potência na fricção com o solo. Mas esses poucos minutos seriam o bastante para deixar praticamente todas as estruturas humanas em ruínas.



- COISAS TERRÍVEIS ACONTECEM
- COISAS TERRÍVEIS ACONTECEM, MAS NÃO TÃO RÁPIDO

Minha casa, em Boston, está a uma boa distância da zona de vento supersônico. Mesmo assim, lá esse vento ainda seria duas vezes mais forte que o tornado mais poderoso da história. Todas as construções — desde barracos até arranha-céus — seriam achatadas, arrancadas de suas bases e sairiam rolando pela paisagem.

Os ventos seriam mais fracos perto dos polos, mas nenhuma cidade habitada possui distância suficiente do Equador para fugir da devastação. Longyearbyen, na ilha de Svalbard, Noruega — a cidade com a maior latitude no planeta — seria devastada por ventos comparáveis aos ciclones tropicais mais fortes de todos os tempos.

Se você acha que uma coisa dessas pode acontecer, um dos melhores lugares para ficar é Helsinque, na Finlândia. Embora sua latitude alta — aproximadamente 60° N — não seja suficiente para impedir que essa cidade seja arrasada pelo vento, o leito rochoso abaixo dela contém uma complexa rede de túneis que incluem um shopping center subterrâneo, um ringue de hóquei, além de um complexo de natação e outras coisinhas.



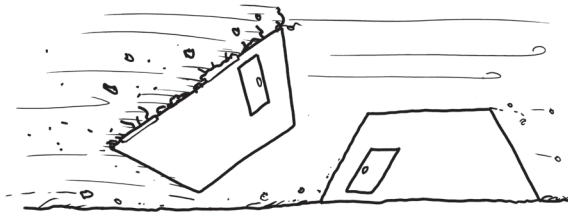
Nenhuma estrutura estaria a salvo, nem as projetadas para resistir a ventos fortes dariam conta. Como disse o comediante Ron White sobre os furacões: “Não interessa *que* o vento sopra, interessa *o que* o vento sopra”.

Digamos que você está num bunker imenso feito de um material resistente a ventos de 1700 km/h.

AÍ O 92º PORQUINHO CONSTRUIU
UMA CASA DE URÂNIO EXAURIDO.
E O LOBO DISSE, TIPO, “MANO”...



Até aí tudo bem, você estaria a salvo... Se fosse a única pessoa com um bunker. Infelizmente, você deve ter vizinhos; se o vizinho da frente também tiver um que não seja tão firme, o seu abrigo vai ter que resistir ao impacto do bunker *dele* a 1700 km/h.



A raça humana não seria extinta.¹ Digamos que pouquíssima gente na superfície sobreviveria; os detritos voando pulverizariam tudo que não fosse resistente a bombas nucleares. Por outro lado, bastante gente sob a superfície sobreviveria muito bem. Se você estivesse num porão bem fundo (ou melhor ainda: um túnel de metrô) quando a coisa toda acontecesse, haveria uma boa chance de sobrevivência.

Outros teriam sorte. Dezenas de cientistas e suas equipes que trabalham na estação de pesquisa Amundsen-Scott, no polo Sul, estariam a salvo dos ventos.

¹ Ou melhor, não imediatamente.

O primeiro sinal de problema que eles perceberiam: o mundo lá fora, de repente, ficaria em silêncio.

Talvez o silêncio misterioso os distraísse por um instante, mas uma hora alguém notaria uma coisa mais estranha:



A atmosfera

Assim que os ventos na superfície diminuíssem, as coisas ficariam ainda mais bizarras.

As rajadas de vento virariam rajadas de calor. Normalmente a energia cinética do vento é tão pequena que acaba sendo desconsiderada. Mas esse não seria um vento normal e, enquanto diminuísse até uma parada turbulenta, ele se aqueceria.

Sobre o solo, isso provocaria uma temperatura ardente e — nas regiões onde o ar é úmido — trovoadas globais.

Ao mesmo tempo, o vento que passasse nos oceanos iria agitar e vaporizar a camada superficial da água. Por um instante, o oceano deixaria de ter superfície; seria impossível dizer onde termina a maresia e começa o mar.

Os oceanos são *gelados*. Debaixo da fina camada superficial, a temperatura é quase uniforme: 4°C. A tempestade faria a água fria subir das profundezas. O influxo de água gelada no ar superaquecido criaria um clima que nunca se viu na Terra — um misto de vento, chuva, neblina e variações bruscas de temperatura.

A ressurgência levaria ao florescer da vida, pois nutrientes frescos inundariam as camadas superiores. Ao mesmo tempo, causaria a dizimação de peixes, moluscos, tartarugas marinhas e animais incapazes de lidar com o afluxo de água das profundezas, que tem baixo teor de oxigênio. Qualquer animal que necessite respirar — como baleias e golfinhos — teria grande dificuldade em sobreviver na turbulenta interface mar-ar.

As ondas varreriam todo o planeta, de leste a oeste, e qualquer costa voltada

para o leste teria a maior onda de tempestades na história mundial. Uma nuvem ofuscante de maresia invadiria o continente e, depois dela, um muro turvo e turbulento de água viria como um tsunami. Em alguns lugares, as ondas avançariam quilômetros.

As tempestades de vento levariam imensas quantidades de pó e detritos à atmosfera. Ao mesmo tempo, uma densa camada de neblina seria formada sobre as superfícies geladas do oceano. Normalmente, isso faria a temperatura global despencar. E é o que ia acontecer.

Pelo menos de um lado da Terra.

Se a Terra parasse de girar, o ciclo comum de dia e noite chegaria ao fim. O Sol não iria parar de se mexer no céu, mas em vez de nascer e se pôr uma vez por dia, ele faria isso uma vez por *ano*.

Dia e noite teriam seis meses de duração, mesmo no equador. Do lado do dia, a superfície cozinhará com a luz solar constante, enquanto do lado da noite a temperatura despencaria. A convecção do lado do dia levaria a megatempestades na região diretamente abaixo do Sol.²

SE O CICLO DIA-NOITE
ACABOU, QUANDO POSSO
ALIMENTAR OS GREMLINS?



De certa forma, a Terra lembraria um dos exoplanetas com rotação sincronizada encontrados normalmente na zona habitável de estrelas anãs vermelhas, mas a melhor comparação seria com Vênus bem no seu início. Por causa de sua rotação, Vênus — assim como a Terra parada — mantém a mesma face apontada para o Sol durante meses. Contudo, sua atmosfera é densa e circula muito rápido, de forma que o lado dia e o lado noite têm mais ou menos a mesma temperatura.

Embora a duração do dia viesse a mudar, a duração do mês continuaria a mesma! Isso porque a Lua não pararia de girar em torno da Terra. Contudo, sem a rotação da Terra alimentando-a com a energia maremotriz, a Lua *pararia* de

² Se bem que, sem a força inercial de Coriolis, sabe-se lá para qual lado iriam girar.

ganhar distância da Terra (como faz atualmente) e, aos poucos, começaria a se aproximar.

Aliás, a Lua — nossa fiel companheira — conseguiria desfazer o estrago causado pelo cenário proposto por Andrew. Atualmente a Terra gira mais rápido que a Lua, e nossas marés diminuem a rotação da Terra e empurram a Lua para longe.³ Se parássemos de girar, a Lua pararia de se afastar da gente. Em vez de diminuir nossa velocidade, as marés iriam intensificar nosso giro. Aos pouquinhos e delicadamente, a gravidade da Lua rebocaria nosso planeta...



... e a Terra voltaria a girar.

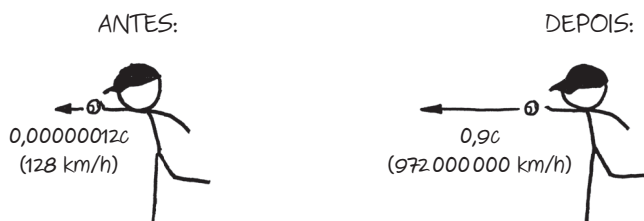


3 Ver “Leap seconds” (Segundos bissexto), disponível em <<http://what-if.xkcd.com/26/>>, para entender como isso acontece.

BOLA DE BEISEBOL RELATIVISTA

P. E se você tentasse rebater uma bola de beisebol arremessada a 90% da velocidade da luz?

— Ellen McManis



Vamos desconsiderar como seria possível a bola atingir essa velocidade e supor que seja um arremesso normal. Mas quando o arremessador solta a bola, ela ganha a aceleração mágica de $0,9c$. Daqui para a frente, tudo se dá segundo a física normal.

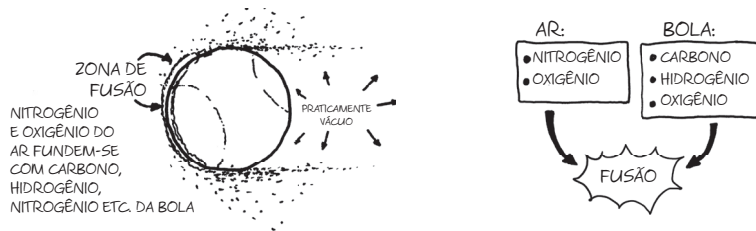
R. A RESPOSTA ACABA SENDO “aconteceria um monte de coisa”. E seria tudo muito rápido e não terminaria bem para o rebatedor (nem para o arremessador). Peguei uns livros de física, um boneco articulado do Nolan Ryan* e um monte de vídeos de testes nucleares para ver se consigo entender o negócio. A seguir vai tudo que consegui prever, de nanossegundo em nanossegundo.

A bola ganharia tal velocidade que tudo o mais ficaria praticamente estático. Até as moléculas do ar, que vibram a centenas de quilômetros por hora, ficariam

* Jogador de beisebol que atuou profissionalmente entre as décadas de 1960 e 1990, com arremessos que superavam 160 km/h. (N. T.)

paradas. A bola atravessaria as moléculas a 965 *milhões* de quilômetros por hora. Ou seja, em relação à bola, tudo estaria parado, congelado.

O conceito de aerodinâmica seria inaplicável. Geralmente o ar flui em volta de qualquer coisa que se movimenta nele. Mas as moléculas do ar em frente a essa bola não teriam tempo de se acomodar. A bola bateria nelas com tanta força que os átomos dessas moléculas entrariam em fusão com os átomos na superfície da bola. Cada colisão liberaria um estouro de raios gama e partículas dispersas.¹



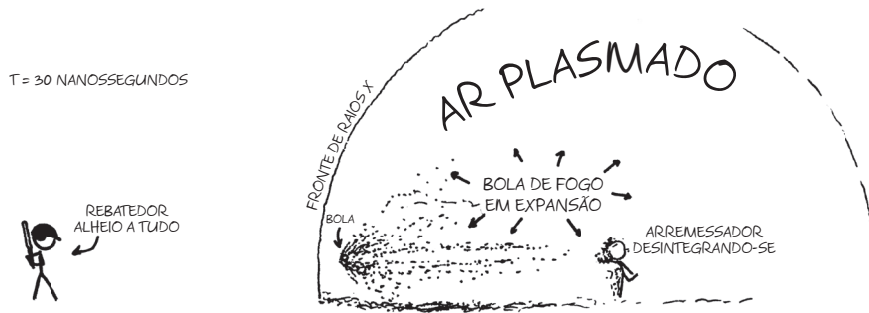
Esses raios gama e detritos se expandiriam numa bolha centrada na base do arremessador. Elas começariam a rasgar as moléculas do ar, arrancando elétrons dos núcleos e transformando o ar do estádio numa bolha em expansão de plasma incandescente. A superfície dessa bolha chegaria ao rebatedor à velocidade da luz — só um pouquinho à frente da própria bola.

A fusão constante em frente à bola iria gerar uma força inversa, o que a retardaria um pouco — como se a bola fosse um foguete com a cauda voltada para a frente ao ativar os motores. Infelizmente, a bola estaria em tal velocidade que mesmo a força tremenda dessa explosão termonuclear mal diminuiria seu passo. Contudo, a explosão começaria a corroer a superfície, lançando pequenos fragmentos da bola em todas as direções. Eles teriam tanta velocidade que, ao atingir moléculas do ar, ativariam mais duas ou três rodadas de fusões.

Passados aproximadamente setenta nanossegundos, a bola chegaria à base do rebatedor, o qual nem teria visto o arremessador fazer o lançamento, já que a luz que transporta essa informação chegaria nele mais ou menos no mesmo momento que a bola. As colisões com o ar teriam corroído a bola quase na sua totalidade, e nesse momento ela consistiria em uma nuvem de plasma (principalmente carbono, oxigênio, hidrogênio e nitrogênio), no formato de uma bala, chocando-

¹ Depois que publiquei este texto pela primeira vez, o físico Hans Rinderknecht, do MIT, entrou em contato e disse que havia simulado essa situação no computador de seu laboratório. Ele descobriu que logo no início do voo da bola a maioria das moléculas do ar estaria em movimento veloz demais para provocar fusão e assim elas atravessariam a bola, aquecendo-a de um modo mais devagar e uniforme do que eu expliquei.

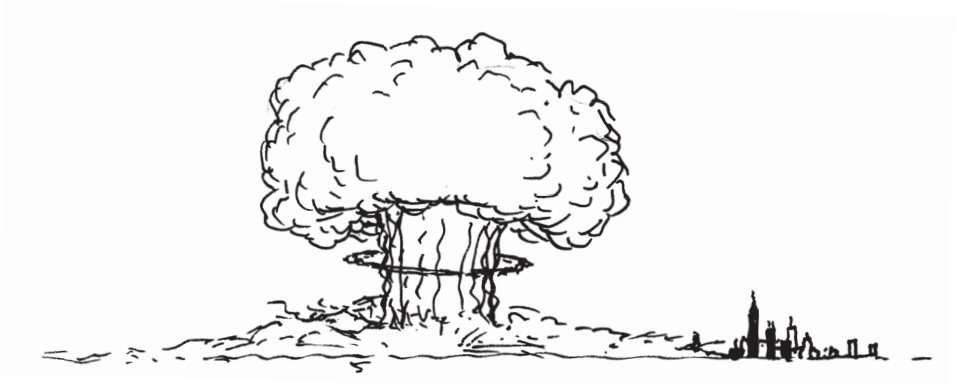
-se com o ar e provocando mais fusões ao longo do caminho. A camada externa de raios X seria a primeira a atingir o rebatedor, e poucos nanossegundos depois viria a nuvem de detritos.



Quando estivesse chegando à *home plate*, o centro da nuvem ainda estaria numa velocidade que seria uma fração relevante da velocidade da luz. Primeiro atingiria o bastão, mas aí rebatedor, base e receptor seriam todos erguidos do chão e pressionados contra a cerca de proteção até se desintegrarem. A camada de raios X e plasma superaquecido expandiria para fora e para o alto, engolindo a cerca, as duas equipes, as arquibancadas e todo o bairro em volta — ainda no primeiro microssegundo.

Se você estivesse assistindo do alto de um morro, fora da cidade, a primeira coisa que iria observar seria uma luz ofuscante, muito mais forte que o Sol. Ela diminuiria lentamente ao longo de segundos, e uma bola de fogo em expansão subiria até virar uma nuvem em forma de cogumelo. Então, com um estrondo absurdo, a onda de choque da explosão passaria arrancando árvores e destruindo casas.

Tudo num raio de mais ou menos 1,5 km seria detonado, e uma tempestade de fogo engoliria a cidade. O perímetro do campo de beisebol, agora uma imensa cratera, estaria localizado a cento e poucos metros da antiga cerca de proteção.



Segundo a Regra 6.08(b) da Major League de Beisebol, nessa situação o rebatedor seria considerado “atingido pelo arremesso” e teria direito de avançar para a primeira base.