

SOBRE O FUTURO

**PERSPECTIVAS PARA A HUMANIDADE:
QUESTÕES CRÍTICAS SOBRE CIÊNCIA E
TECNOLOGIA QUE DEFINIRÃO A SUA VIDA.**

MARTIN REES

PRESIDENTE DA ROYAL SOCIETY E DIRETOR DO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA DA CAMBRIDGE



ALTA CULT
EDITORA

Rio de Janeiro, 2021

Sobre o futuro

Copyright © 2021 da Starlin Alta Editora e Consultoria Eireli. ISBN: 978-65-5520-012-6

Translated from original On The Future: Prospects for Humanity. Copyright © 2018 by Princeton University Press. ISBN 97806191180441. This translation is published and sold by permission of Princeton University Press, the owner of all rights to publish and sell the same. PORTUGUESE language edition published by Starlin Alta Editora e Consultoria Eireli, Copyright © 2021 by Starlin Alta Editora e Consultoria Eireli.

Todos os direitos estão reservados e protegidos por Lei. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida. A violação dos Direitos Autorais é crime estabelecido na Lei nº 9.610/98 e com punição de acordo com o artigo 184 do Código Penal.

A editora não se responsabiliza pelo conteúdo da obra, formulada exclusivamente pelo(s) autor(es).

Marcas Registradas: Todos os termos mencionados e reconhecidos como Marca Registrada e/ou Comercial são de responsabilidade de seus proprietários. A editora informa não estar associada a nenhum produto e/ou fornecedor apresentado no livro.

Impresso no Brasil — 1ª Edição, 2021 — Edição revisada conforme o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 2009.

Produção Editorial Editora Alta Books	Produtores Editoriais Illysbelle Trajano Thié Alves	Coordenação de Eventos Viviane Paiva eventos@altabooks.com.br	Editor de Aquisição José Rugeri j.rugeri@altabooks.com.br
Gerência Editorial Anderson Vieira	Assistente Editorial Maria de Lourdes Borges	Assistente Comercial Filipe Amorim vendas.corporativas@altabooks.com.br	Equipe de Marketing Livia Carvalho Gabriela Carvalho marketing@altabooks.com.br
Gerência Comercial Daniele Fonseca			
Equipe Editorial Ian Verçosa Luana Goulart Raquel Porto Rodrigo Ramos Thales Silva	Equipe de Design Larissa Lima Marcelli Ferreira Paulo Gomes	Equipe Comercial Daiana Costa Daniel Leal Kaique Luiz Tairone Oliveira Vanessa Leite	
Tradução Vinicius Rocha	Revisão Gramatical Gabriella Araújo Fernanda Lutfi	Diagramação Joyce Matos	Capa Marcelli Ferreira
Copidesque Luciana Ferraz			

Publique seu livro com a Alta Books. Para mais informações envie um e-mail para autoria@altabooks.com.br

Obra disponível para venda corporativa e/ou personalizada. Para mais informações, fale com projetos@altabooks.com.br

Erratas e arquivos de apoio: No site da editora relatamos, com a devida correção, qualquer erro encontrado em nossos livros, bem como disponibilizamos arquivos de apoio se aplicáveis à obra em questão.

Acesse o site www.altabooks.com.br e procure pelo título do livro desejado para ter acesso às erratas, aos arquivos de apoio e/ou a outros conteúdos aplicáveis à obra.

Suporte Técnico: A obra é comercializada na forma em que está, sem direito a um suporte técnico ou orientação pessoal/exclusiva ao leitor.

A editora não se responsabiliza pela manutenção, atualização e idioma dos sites referidos pelos autores nesta obra.

Ouvidoria: ouvidoria@altabooks.com.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

R328s Rees, Martin
Sobre o Futuro: Perspectivas para humanidade: Questões críticas sobre ciência e tecnologia que definirão a sua vida / Martin Rees ; traduzido por Vinicius Rocha. – Rio de Janeiro : Alta Books, 2021.
256 p. ; 16cm x 23cm.
Tradução de: On the Future
Inclui índice.
ISBN: 978-65-5520-012-6
1. Futuro. 2. Ciência. 3. Avanço tecnológico. I. Rocha, Vinicius. II. Título.
2021-274 CDD 550
CDU 55

Elaborado por Odílio Hilario Moreira Junior - CRB-8/9949



Rua Viúva Cláudio, 291 — Bairro Industrial do Jacaré
CEP: 20.970-031 — Rio de Janeiro (RJ)
Tels.: (21) 3278-8069 / 3278-8419
www.altabooks.com.br — altabooks.com.br
www.facebook.com/altabooks — www.instagram.com/altabooks



SUMÁRIO

<i>Prefácio</i>	xi
INTRODUÇÃO	1
1 IMERSOS NO ANTROPOCENO	11
1.1 Perigos E Perspectivas	11
1.2 Ameaças Nucleares	17
1.3 Ameaças Ecológicas E Limites	21
1.4 Respeitando Os Limites Planetários	31
1.5 Mudanças Climáticas	37
1.6 Energia Limpa – E Um “Plano B”?	43
2 O FUTURO DA HUMANIDADE NA TERRA	61
2.1 Biotecnologia	61
2.2 Cibertecnologia, Robótica E Ia	82
2.3 E Quanto A Nossos Empregos?	90
2.4 Inteligência A Nível Humano?	101
2.5 Riscos Realmente Existenciais?	108

3	A HUMANIDADE SOB UMA PERSPECTIVA CÓSMICA	119
3.1	A Terra Sob Um Contexto Cósmico	119
3.2	Além De Nosso Sistema Solar	128
3.3	Viagem Espacial — Tripulada E Não Tripulada	137
3.4	Rumo A Uma Era Pós-Humana?	149
3.5	Inteligência Alienígena?	153
4	OS LIMITES E O FUTURO DA CIÊNCIA	165
4.1	Do Simples Ao Complexo	165
4.2	Encontrando Sentido Em Nosso Mundo Complexo	170
4.3	Até Onde Se Estende A Realidade Física?	177
4.4	A Ciência Chegará A Um Limite?	189
4.5	E Quanto A Deus?	194
5	CONCLUSÕES	201
5.1	Fazendo Ciência	201
5.2	Ciência Em Sociedade	213
5.3	Esperanças E Temores Compartilhados	220
	<i>Notas</i>	229
	<i>Índice</i>	237

INTRODUÇÃO

UMA APARIÇÃO CÓSMICA:

Suponha que alienígenas existam, e que alguns deles tenham observado nosso planeta por todos os seus 45 milhões de séculos, o que eles teriam visto? Durante boa parte deste vasto período, a aparência da Terra se alterou muito gradativamente. Continentes vaguearam, camadas de gelo aumentaram e diminuíram; sucessivas espécies surgiram, evoluíram e foram extintas.

Mas em apenas um pequeno trecho da história da Terra — os últimos 100 séculos — os padrões de vegetação se alteraram muito mais rápido do que antes. Isso sinalizou o início da agricultura — e então a urbanização. As mudanças se intensificaram conforme as populações humanas cresciam.

2 INTRODUÇÃO

E, então, houve mudanças ainda mais velozes. Em apenas 50 anos, a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera começou a aumentar estranhamente rápido. E algo sem precedentes ocorreu: foguetes lançados da superfície do planeta saíram completamente da biosfera. Alguns direcionados a orbitar ao redor da Terra; outros viajaram à Lua e outros planetas.

Os supostos alienígenas saberiam que a Terra esquentaria gradualmente, encontrando seu fim em cerca de 6 bilhões de anos, quando o Sol entrasse em combustão e morresse. Mas eles poderiam prever essa repentina “febre” na metade de sua vida — essas alterações causadas pelos humanos — ocorrendo aparentemente muito rápido?

Se eles continuassem vigiando, o que testemunhariam no século seguinte? Um espasmo final seria seguido por silêncio? Ou a ecologia do planeta se estabilizaria? E uma rajada de foguetes lançados da Terra produziria novos oásis de vida em outro lugar?

Este livro propõe algumas expectativas, medos e conjecturas sobre o que há adiante. Sobreviver a esse século e assegurar o futuro de nosso mundo cada vez mais vulnerável no longo prazo depende de acelerar algumas tecnologias, mas restringir responsabilmente outras. Os desafios de controle são enormes e imprevisíveis. Trago

uma perspectiva pessoal — escrevendo em partes como cientista (astrônomo), mas também como membro aflito da espécie humana.

* * *

Para os europeus medievais, toda a cosmologia — da criação ao apocalipse — durou apenas alguns milhares de anos. Hoje, visualizamos períodos um milhão de vezes maiores, mas mesmo nessa perspectiva vastamente estendida este século é especial. É o primeiro em que uma espécie, a nossa, é tão poderosa e dominante que possui o futuro do planeta nas mãos. Entramos em uma era que alguns geólogos chamam de Antropoceno.

Os antigos ficavam aturdidos e indefesos perante enchentes e pestes — e propensos a um pavor irracional. Grandes porções do planeta eram terras desconhecidas. O cosmo dos povos antigos era apenas o Sol e os planetas, cercados pelas estrelas fixas distribuídas pelo “firmamento do céu”. Atualmente, sabemos que nosso Sol é uma das centenas de bilhões de estrelas em nossa galáxia, que é uma em meio a pelo menos outra centena de bilhões de galáxias.

Mas apesar desses horizontes conceituais incrivelmente amplos — e da melhora de nosso entendimento do mundo natural e do controle sobre ele — o prazo no

4 INTRODUÇÃO

qual podemos planejar ou fazer previsões confiáveis com clareza diminuiu em vez de aumentar. A Idade Média europeia foi uma época turbulenta e incerta, mas essa época ocorreu com um “pano de fundo” que mudou pouco de uma geração para a outra; os pedreiros medievais empilhavam, com devoção, tijolos em catedrais que demorariam um século até serem concluídas. Entretanto, para nós, diferente deles, o próximo século será drasticamente diferente do presente. Tem havido uma desconexão explosiva em períodos de tempo cada vez menores de mudanças sociais e técnicas e os intervalos de tempo de bilhões de anos da biologia, geologia e cosmologia.

Os humanos são hoje tão numerosos e deixaram uma “pegada” coletiva tão pesada que são capazes de transformar, ou mesmo destruir, toda a biosfera. O mundo está crescendo, e uma população mais exigente pressiona o meio ambiente; as ações das pessoas podem disparar mudanças climáticas perigosas e extinções em massa caso se atinjam “pontos de inflexão” — resultados que deixariam como herança às futuras gerações um mundo empobrecido e esgotado. Mas, para reduzir esses riscos, não precisamos refrear a tecnologia; pelo contrário, precisamos melhorar nossa compreensão da natureza e implementar tecnologias adequadas com mais urgência. Esses são os temas do capítulo 1 deste livro.

A maioria das pessoas no mundo tem vidas melhores do que a de seus pais — e a porção em miséria absoluta tem se reduzido. Essas melhorias, diante do cenário de uma população que cresce rapidamente, não poderiam ter acontecido sem avanços nas ciências e na tecnologia — que têm sido forças positivas no mundo. Defendo no capítulo 2 que nossas vidas, saúde e meio ambiente podem se beneficiar ainda mais com maiores progressos em biotecnologia, cibertecnologia, robótica e IA. Neste sentido, sou um tecno-otimista. Mas há um efeito colateral em potencial. Esses avanços colaterais expõem nosso mundo cada vez mais interconectado a novas vulnerabilidades. Mesmo durante os próximos 10 a 20 anos, a tecnologia vai interferir em padrões de trabalho, economias nacionais e relações internacionais. Em uma era onde estamos nos tornando interconectados, onde os desafortunados estão cientes de sua situação e onde é fácil migrar, fica difícil ser otimista quanto a um mundo pacífico se continuar havendo um abismo tão profundo quanto o da geopolítica atual nos níveis de bem-estar e perspectivas de vida em diferentes regiões. É especialmente preocupante se avanços em genética e medicina que possam aprimorar vidas humanas estiverem disponíveis somente para uns poucos privilegiados e renunciem formas mais significativas de desigualdade.

6 INTRODUÇÃO

Há quem apoie uma visão romântica do futuro, entusiasmando-se com melhoras em nossa sensibilidade moral bem como em nosso progresso material. Eu não compartilho dessa perspectiva. Graças à tecnologia, vem acontecendo uma melhoria evidente e bem-vinda na vida e oportunidades da maioria das pessoas — em educação, saúde e expectativa de vida. No entanto, a distância entre o que o mundo é e o que poderia ser está maior do que nunca. A vida dos povos medievais pode ter sido terrível, mas havia pouco a ser feito para melhorá-la. Em contrapartida, o sofrimento do “bilhão inferior” no mundo atual poderia ser transformado pela redistribuição da riqueza das mil pessoas mais ricas do planeta. O não atendimento a essa urgência humanitária, a qual as nações têm o poder de remediar, certamente lança dúvidas em quaisquer alegações acerca de progresso moral institucional.

O potencial da biotecnologia e do cibernundo é empolgante — mas assustador também. Já somos, individual e coletivamente, tão beneficiados por inovações crescentes que podemos — intencionalmente, ou por consequência acidental — gerar mudanças globais que ecoarão por séculos. O smartphone, a internet e seus complementos já são essenciais em nossas vidas interligadas, porém tais tecnologias pareceriam mágica há apenas 20 anos. Então, vislumbrando várias décadas

adiante, devemos manter nossas mentes abertas, ou pelo menos entreabertas, para avanços transformadores que hoje possam parecer ficção científica.

Não podemos prever, com segurança, estilos de vida, comportamentos, estruturas sociais ou tamanhos populacionais, mesmo com algumas décadas de antecedência — e ainda menos o contexto geopolítico no qual essas tendências acontecerão. Além do mais, devemos estar atentos a algum tipo inédito de mudança que possa surgir em poucas décadas. Os próprios seres humanos — seu físico e mentalidade — podem se tornar maleáveis por meio da aplicação de modificações genéticas e tecnologias ciborgues. Isso é um divisor de águas. Quando admiramos a literatura e artefatos que sobreviveram desde a antiguidade, sentimos uma afinidade, através do lapso temporal de milhares de anos, com aqueles artistas antigos e suas civilizações. Mas podemos perder a confiança de que as inteligências dominantes de poucos séculos adiante terão alguma ressonância emocional conosco — embora possam ter uma compreensão algorítmica de como nos comportávamos.

O século XXI é especial por outro motivo: é o primeiro no qual humanos podem desenvolver habitats fora da Terra. Os primeiros “colonizadores” em um mundo alienígena precisarão adaptar-se a um ambiente hostil — e

estarão além do alcance de reguladores terrestres. Estes aventureiros poderiam encabeçar a transição da inteligência orgânica para a eletrônica. Essa nova encarnação da “vida”, que não precisa de superfície planetária ou atmosfera, poderia se alastrar para muito além de nosso sistema solar. A viagem interestelar não é um desafio para entidades eletrônicas quase imortais. Se a vida hoje é exclusiva da Terra, essa diáspora será um evento de importância cósmica. Ainda que a inteligência já permeie o cosmo, nossa prole se fundirá a ela. Isso aconteceria ao longo de períodos astronômicos — não “miseros” séculos. O capítulo 3 apresenta uma perspectiva desses cenários de prazo mais longo: se os robôs superarão a inteligência “orgânica”, e se tal inteligência já existe em algum lugar no cosmo.

O que acontecerá à nossa prole, aqui na Terra ou talvez bem distante dela, depende de tecnologias que mal podemos imaginar atualmente. Em séculos futuros (ainda um instante na perspectiva cósmica), nossa inteligência criativa poderia estimular as transições de uma espécie baseada na Terra para uma espacial, e de inteligência biológica para eletrônica — transições que poderiam inaugurar bilhões de anos de evolução pós-humana. Por outro lado, conforme discutido nos capítulos 1 e 2, humanos poderiam causar catástrofes biológicas, cibernéticas ou ambientais que impediriam todas estas potencia-

lidades. O capítulo 4 oferece algumas (talvez egoístas) incursões em temas científicos — fundamentais e filosóficos — que levantam questões sobre a extensão da realidade física e se há limites intrínsecos acerca do quanto seremos capazes de entender sobre as complexidades do mundo real. Precisamos avaliar o que é crível e o que pode ser descartado como ficção científica, a fim de prever o impacto da ciência nas perspectivas de longo prazo da humanidade.

No último capítulo trato de questões mais próximas do aqui e agora. A ciência, se bem aplicada, poderia oferecer um futuro brilhante aos 9 ou 10 bilhões de pessoas que habitarão a Terra em 2050. Mas como podemos maximizar as chances de alcançar esse futuro benigno enquanto evitamos efeitos colaterais distópicos? Nossa civilização é moldada por inovações advindas de avanços científicos e o consequente aprofundamento da compreensão da natureza. Os cientistas precisarão lidar com o público geral e usar seus conhecimentos de forma benéfica, especialmente quando o que estiver em jogo for imensamente maior. Finalmente, abordo os desafios globais de hoje — enfatizando que eles podem demandar novas instituições internacionais, informadas e amparadas por uma ciência bem direcionada, mas também sensíveis à opinião pública sobre política e ética.

10 INTRODUÇÃO

Nosso planeta, esse “pontinho azul” no cosmo, é um lugar especial. Pode ser um lugar único. E somos os seus administradores em uma era particularmente crucial. Essa é uma mensagem importante para todos nós — e o tema deste livro.

Amostra