



Uma Thurman foi uma astronauta em treinamento no thriller de ficção científica Gattaca, de 1997.

Reescrevendo a Vida

A Engenharia do Astronauta Perfeito

Alguns cientistas estão pensando sobre como os viajantes espaciais humanos se parecerão no futuro. Eles podem ser extra-pequenos e à prova de radiação.

Artigo de Antonio Regalado, 15 de abril de 2017
MIT Technology Review (traduzido pelo professor)



No filme *Gattaca*, o ator Ethan Hawke é um ser geneticamente "inválido", que espera viajar ao espaço, mesmo contra todas as probabilidades.

No Congresso Internacional de Astronáutica, em setembro de 2009, em Guadalajara, no México, Elon Musk convenceu muitos engenheiros espaciais céticos que ele conseguiria uma frota de foguetes privados cheios de milhares de pessoas para Marte.

O discurso de Musk foi longo em órbitas, planos de vôo e custos de combustível. Mas era curto sobre como qualquer um desses colonos iria sobreviver. Na verdade, a viagem de Marte provavelmente seria um beco sem saída. Banhado em radiação e sem nada crescendo nele, o Planeta Vermelho é basicamente um cemitério.

Recentemente, alguns cientistas começaram a avaliar se seríamos capazes de fazer um pouco melhor através da "criação" de novos tipos de humanos mais aptos para as dificuldades da viagem espacial. Isso mesmo: astronautas geneticamente modificados.

Vamos ser claros. Ninguém está tentando fazer crescer um astronauta em uma cuba borbulhando em algum lugar. Mas algumas idéias distantes, uma vez relegadas para a ficção científica e sessões do TED Talks, recentemente começaram a tomar forma concreta. As experiências começaram a alterar as células humanas no laboratório. Eles podem ser feitos à prova de radiação? Eles podem ser projetados para produzir suas próprias vitaminas e aminoácidos?

Uma pessoa que olha para a idéia é Christopher Mason, um membro do Departamento de Fisiologia e Biofísica da Weill Cornell Medicine. Em 2011, Mason veio com o que ele chamou de um "plano de 500 anos" para obter seres humanos mais "adequados" à vida fora da Terra. Nesse plano, a modificação genética desempenha um papel importante: "Acho que temos de considerar um plano assim para as pessoas que enviamos para outros planetas", diz ele. "Não sabemos se é um pequeno impulso para a expressão de genes existentes, ou um cromossomo completamente novo, ou finalmente uma reescrita completa do código genético".

Mason diz que há uma ou duas décadas de trabalho para descobrir o efeito que as viagens espaciais têm sobre os seus genes, e quais podem estar bem para mudar e quais devem estar em uma lista de "não perturbe". Seu laboratório participa no estudo de "gêmeos da NASA". Esse estudo monitora as mudanças fisiológicas de um astronauta que foi enviado para a Estação Espacial Internacional por um ano, enquanto seu irmão gêmeo permaneceu na Terra. Até agora, isso é o mais próximo que a NASA chegou do assunto "astronautas GM", tema que ainda não foi abordado em qualquer documento da agência oficial.

Mas Mason diz que seu laboratório está pronto para dar um primeiro passo. O espaço está cheio de raios e partículas em movimento rápido que danificam o DNA. Então ele está trabalhando em células humanas resistentes à radiação. Seus alunos estão tomando as células e adicionando cópias extra de p53, um gene envolvido na prevenção de câncer que é conhecido como o "protetor do genoma". Elefantes têm muitas cópias extras de p53 e quase nunca têm câncer, então talvez astronautas devam tê-los também. Mason disse que recentemente apresentou uma proposta à NASA para enviar as células modificadas para a estação espacial. "Não há um consórcio de astronautas de engenharia

genética ou qualquer coisa, mas talvez devêssemos começar um", diz ele.

Gattaca

Tudo isso tornou-se mais fácil de pensar, porque tornou-se mais fácil de fazer. Em 2015 publicamos um artigo, "[A Engenharia de um bebê perfeito](#)", sobre o fato de que a edição de genes, especialmente com uma tecnologia chamada CRISPR, de repente tornou possível mudar facilmente os genes em um embrião humano. Pela primeira vez, enfrentamos a possibilidade real de pessoas geneticamente modificadas.

Desde então, cientistas da China e da Europa começaram a editar embriões para ver como ele funciona. Seria ético, então, fazer um bebê geneticamente modificado? A Academia Nacional de Ciências dos EUA disse que este ano, as alterações genéticas hereditárias poderiam ser consideradas para evitar a doença, mas apenas em algumas situações e sob supervisão muito rigorosa. A organização opinou que sob determinadas circunstâncias raras em que um par não poderia de outra maneira ter uma criança saudável, seria [aceitável criar um ser humano GM](#).

Mason pensa que a viagem espacial oferecerá um segundo argumento muito poderoso a favor de modificar geneticamente as pessoas. "Você não pode enviar alguém para outro planeta sem protegê-los geneticamente, se puder", diz ele. "Isso também seria antiético."

Mas colocar os astronautas na mistura também pode abrir a porta para o "aprimoramento". Por enquanto, os especialistas tipicamente são contra o uso da edição de genes para fazer uma criança mais inteligente ou dotada de visão perfeita. Mas vamos enfrentar a realidade: a NASA já "seleciona" as pessoas de acordo com apenas esses critérios, aceitando apenas [14 dos 18.300 candidatos](#) na sua mais recente classe de astronautas. Talvez você tenha visto o filme *Gattaca*? Somente os super-homens com genomas "perfeito" são autorizados a viajar para Titã, enquanto os perdedores genéticos, chamados "inválidos", olham com inveja enquanto os foguetes se elevam. Como a maior parte da boa ficção científica, o filme de 1997 não está tão longe da realidade.

Lista genética de desejos

Para pensar em sobreviver no espaço, um termo da ciência da genética - "fitness" - será útil. Isso não tem relação com suas habilidades na academia de ginástica. Em genética, a aptidão de um organismo é o quão bem ele pode prosperar e se reproduzir em um determinado ambiente.

A aptidão de um ser humano no espaço, ou mesmo em Marte, é extremamente baixa. Basta imaginar um astronauta dentro de um traje espacial com a quantidade certa de oxigênio, a quantidade certa de nitrogênio e a temperatura correta. A finalidade desse traje é trazer ao astronauta as condições ambientais para as quais os genes do astronauta estão aptos.

Alguns cientistas já prepararam um catálogo de genes que podem ajudar. Uma empresa de Boston chamada Veritas Genetics está oferecendo o sequenciamento do genoma de quem quiser, por 999 dólares. E uma das coisas que Veritas vai lhe dar é [um relatório](#) sobre os seus "genes espaciais". Você tem a variante *específica de EPAS1*, comum aos *tibetanos*, que permite que você viva com menos oxigênio? E a mutação natural que resulta em músculos enormes, porém magros, que pode combater a atrofia? Outra variante de DNA está associada com boas habilidades para resolver problemas e baixa ansiedade. Esse é exatamente o tipo de temperamento que tornou possível o herói de sobrevivência representado pelo Matt Damon no filme *Marte*.

Você seria incomum se tivesse alguma dessas mutações. E as chances são de bilhões para um que você tem todos eles. É por isso que para colocá-los todos em um astronauta - o astronauta perfeito - podemos querer adicioná-los, provavelmente antes do nascimento, e talvez usando uma tecnologia como CRISPR. George Church, o destaque de genética da Universidade de Harvard e futurista que fundou a Veritas, faz circular uma lista semelhante de "raras variantes de genes protetores relevantes para um ambiente extraterrestre".

Que outros tipos de adaptações poderíamos instalar em nossa raça de astronautas? Se você deixar alguns grandes elefantes em uma ilha e voltar 10.000 anos mais tarde, o que você encontrará é um grupo de pequenos elefantes. Eles vão se adaptar à falta de área de superfície e falta de alimentos. O fenômeno é chamado de "nanismo ilha". Sob as cúpulas de Marte, menor poderia ser melhor também. Provavelmente não há muito espaço, e cada quilo de provisões que a NASA leva para a órbita da Terra custa US \$ 10.000. Isso significa que o astronauta perfeito provavelmente não é apenas duas vezes mais forte do que a pessoa média, mas metade do tamanho. (George Church, que mede 1,95m,

observa que a NASA já disse a ele que nem se preocupasse em se candidatar, porque ele era muito alto.)

Humanos prototróficos

Vamos mais longe ainda com as modificações, como alguns cientistas dizem ser necessário. Se você tomou cereais no café da manhã, você pode ter olhado para o lado da caixa, onde diz existem composições como "Vitamina C - 10% Valor Diário." Os nutrientes "essenciais" e vitaminas listados na caixa são assim chamados porque o Corpo humano não pode fazê-los. Em vez disso, temos que comer organismos que fazem, como plantas, fungos ou bactérias. Estes organismos são classificados como "prototróficos", o que significa que são capazes de sintetizar tudo o que precisam a partir de ingredientes iniciais básicos, como açúcares simples ou substâncias que se encontram no solo.

Naturalmente, comer rochas seria uma habilidade muito útil se você estivesse vivendo em Marte. E você acha que eu estava brincando se eu disse que os cientistas estão olhando para ele? Eu não estou brincando. Em 2016, Harris Wang, da Universidade de Columbia, deu uma palestra intitulada "Sintetizando um Ser Humano Prototrófico" em uma grande **reunião não registrada** de biólogos especializados em síntese de substâncias orgânicas, organizada pelo George Church na escola de medicina de Harvard. Poderia ser bastante interessante para viagens espaciais, Wang disse ao grupo, se os seres humanos pudessem sobreviver apenas com água açucarada.

Apesar do título de sua conversa, quando eu contatei o Wang por telefone, ele queria que todos soubessem que ele não está realmente sintetizando seres humanos ou astronautas e que não tem planos para isso. Ainda estamos a muitos, muitos anos de distância, se um dia fizermos. "Eu não quero dizer que eu estou fazendo as pessoas verdes, e eu não estou sugerindo que façamos isso em breve. Mas eu estou sugerindo que se você quiser fazer viagens intergalácticas, você precisa resolver o problema de ser totalmente auto-suficiente", diz ele. "Estamos colocando os seres humanos em condições muito extremas, e dessa perspectiva, esta parece ser uma idéia para um plano de longo prazo."

Wang diz que não é certo que o conceito pode funcionar. Em seu laboratório, os pesquisadores estão tentando obter células renais humanas para sintetizar os nove aminoácidos que nossos corpos normalmente não fazem, começando com a mais simples, a metionina, fabricada pela adição de um único gene. Se isso funcionar, ele vai passar para triptofano, fenilalanina e vitaminas D, C e B. Ao todo, a criação de uma célula humana prototrófica exigiria cerca de 250 novos genes.

Criar astronautas capazes de fazer seus próprios nutrientes essenciais, obviamente, seria imensamente complicado. Por mais complexo que seja, pode ser menos desafiador do que as alternativas, como terraformar um planeta ou trazer um anel espacial completo com uma atmosfera, plantas e pastoreio de gado em cima. Wang me disse que também seria interessante se os viajantes espaciais pudessem realizar sua própria fotossíntese, transformando a luz em comida. Mas qualquer humano capaz de fazê-lo dificilmente seria humano, ele admite. Para produzir energia suficiente, uma pessoa precisaria ser plana como uma folha e do tamanho de um parque infantil.

A capacidade de alterar o DNA de um embrião humano criou um debate global sobre se seria certo ou errado modificar geneticamente as pessoas aqui na Terra, para melhorar sua aptidão para este planeta. As pessoas têm opiniões fortes. Alguns dizem que a espécie humana não é um rato de laboratório. Não para eugenia !! Não às pessoas GM !! Outros dizem que pode realmente funcionar - vamos ver onde isso vai dar. Eu não tenho a solução para esta questão moral. Mas eu sei que provavelmente teremos que responder antes que possamos sair do planeta.



Antonio Regalado Editor Senior, Biomedicina

Sou o editor sênior de biomedicina para MIT Technology Review . Procuo histórias sobre como a tecnologia está mudando a medicina e a pesquisa biomédica. Antes de ingressar no MIT Technology Review em julho de 2011, morei em São Paulo, Brasil, onde eu escrevi sobre ciência, tecnologia e política para a Science e outras publicações. De 2000 a 2009, foi repórter de ciências do Wall Street Journal e depois correspondente estrangeiro.