

JAMIE METZL

O SURPREENDENTE
FUTURO DA HUMANIDADE

HACKEANDO DARWIN

O novo **Sapiens**



**HACKEANDO
DARWIN**

*Nossa vida é uma criação
da nossa mente.*

— SIDARTA GAUTAMA, O BUDA

Quando Darwin encontra Mendel

— Levante a mão quem está pensando em ter um filho daqui a mais de dez anos — pedi ao público de *millennials* agrupados na elegante sala de conferências em Washington, DC. Metade deles levantou a mão.

Eu gastara o meu latim por uns 45 minutos sobre como a revolução genética transformará a forma como nós fazemos bebês e, por fim, a natureza dos bebês que fazemos. Explicara por que acredito que é inevitável que nossa espécie adote e abrace nosso futuro geneticamente melhorado, por que isso era incrivelmente animador e, ao mesmo tempo, assustador, e o que eu achava que nós precisávamos fazer agora para tentar garantir a otimização dos benefícios e minimizar os danos das nossas tecnologias genéticas revolucionárias.

— Se você com a mão erguida é mulher, provavelmente deveria congelar seus óvulos. Se é homem, recomendo que congele seu espermatozoide o mais cedo possível.

O público me olhou desconfiado.

— Não importa quão jovem e fértil você seja — continuei —, existe uma chance, nada insignificante, de você vir a conceber seus filhos em laboratório. Assim, é melhor que congele seus óvulos, ou seu espermatozoide, agora, quando está no seu auge biológico.

Uma onda de apreensão atravessou o rosto daqueles jovens profissionais. Eu podia quase sentir o conflito se formando, pois me debatera por décadas com a mesma questão que parecia consterná-los:

como equilibrar a maravilha magnífica e a crueldade brutal da nossa própria biologia?

Todos nascemos por meio de um processo que parece nada menos que milagroso para então imediatamente começarmos nossa interminável e, em última análise, perdida batalha contra o tempo, contra as doenças e contra as intempéries. Temos uma forte atração pelo que consideramos natural, mas nossa espécie é definida pelos nossos esforços incansáveis de domar a natureza. Queremos que nossos filhos nasçam naturalmente saudáveis, mas quase não existem limites para quão longe os pais irão para desafiar a natureza e salvar os filhos de doenças.

Uma jovem de calça azul pediu a palavra.

— Você acabou de explicar para onde acha que a revolução genética está indo e como nós deveríamos nos preparar para ela. Mas e você? Alteraria os seus filhos geneticamente?

Atipicamente congelei. Vinha escrevendo e dando palestras sobre o futuro da reprodução humana por vários anos, mas, por incrível que pareça, aquela pergunta nunca aparecera de forma tão direta. Sem saber muito bem como responder à questão da jovem, olhei para cima, por um momento, para pensar.

A ciência da genética humana avançou tão depressa que todos ainda estamos nos esforçando para alcançá-la. Quando James Watson, Francis Crick, Rosalind Franklin e Maurice Wilkins identificaram a estrutura de dupla-hélice do DNA, em 1953, eles mostraram como o manual da vida é organizado em forma de escada espiral. Descobrir como sequenciar os genes — apenas um quarto de século depois — provou que o manual podia ser lido e cada vez mais compreendido. Então, desenvolver as ferramentas para modificar com precisão o genoma, algumas décadas mais tarde, permitiu aos cientistas escrever e reescrever o código da vida. Legível, editável, hackeável — os avanços da ciência ao longo do último meio século transformaram a biologia em outra forma de tecnologia da informação, e os humanos foram de seres indecifráveis a componentes *wetware** do nosso de software de código-fonte.

* Termo que descreve o elemento humano da tecnologia da informação. (N. E.)

Entender a nossa genética como um campo de TI nos levou a enxergar as variações genéticas e as mutações que causam doenças terríveis e aumentam o sofrimento como custos necessários para a diversidade evolutiva e, ao mesmo tempo, como bugs irritantes que interferem em qualquer computador. Continuando nessa metáfora, não deveríamos querer quaisquer atualizações de software que estivessem disponíveis para garantir que os nossos sistemas rodassem perfeitamente?

Senti meus pensamentos se aglutinarem. Meus olhos voltaram ao foco.

— Se fosse seguro e eu soubesse que poderia prevenir o sofrimento significativo do meu filho — falei, andando pelo palco —, eu faria. Se realmente acreditasse que poderia ajudar o meu filho a viver mais, com mais saúde e felicidade, eu faria. E, se fosse preciso dar ao meu filho capacidades especiais para que ele alcançasse sucesso em um mundo competitivo onde a maioria das pessoas tivesse essas capacidades, eu, pelo menos, consideraria seriamente. E você?

A mulher se remexeu na cadeira e afirmou:

— Compreendo o que você diz, mas algo sobre tudo isso não me parece natural.

— Vamos partir desse ponto de vista — respondi. — O que você quer dizer com *natural*?

— As coisas como elas são antes de serem modificadas pelos humanos, creio eu.

— Então, a agricultura é natural? Nós a desenvolvemos há apenas 12 mil anos.

— É e não é. — Ela agora se mostrava cautelosa; começava a perceber que a natureza era um conceito muito vago para se apegar como argumento.

— Milho orgânico é natural? Há 9 mil anos seria impossível encontrar qualquer coisa parecida com o milho de hoje. Você encontraria uma erva daninha chamada *teosinto* com alguns gomos patéticos endurecidos. Adicione um milênio de modificação genética humana ativa, e você terá uma bela e amarela espiga gigante enfeitando nossa mesa de jantar atual. Muitas das frutas e de outros vegetais que comemos, até os orgânicos que você compra em lojas de produtos integrais, são de

várias formas criações humanas vindas da seleção consciente de espécimes ao longo de milênios. Elas são naturais?

— Essa é uma área nebulosa — ela admitiu, ainda se agarrando ao seu conceito original de natureza.

— Seríamos mais naturais se vivêssemos em sociedades de caçadores-coletores como as dos nossos ancestrais?

— Provavelmente.

Eu não queria continuar discutindo, mas precisava montar um argumento essencial.

— Você gostaria de viver assim?

Ela esboçou um sorriso maroto.

— Teria serviço de quarto?

— Digamos que você, hospedada num hotel de luxo, seja acometida por uma terrível infecção bacteriana — prossegui. — Você gostaria de ser tratada como os nossos ancestrais, dezenas de milhares de anos atrás, com encantamentos e amoras ou preferiria tomar antibióticos que poderiam salvar a sua vida?

— Eu escolheria os antibióticos.

— É natural?

— Entendi.

Olhei para os demais na plateia.

— Todos temos um conceito subconsciente do que é natural, mas muito do que achamos ser natural não o é nem um pouco. Talvez seja o que nos era familiar nos primórdios, mas nós, humanos, temos alterado agressivamente o nosso mundo por milênios. E, se temos feito o serviço de alteração biológica e de outros sistemas ao nosso redor por tanto tempo, devemos pensar na biologia que herdamos dos nossos pais como sendo o nosso destino? Temos o direito ou mesmo a obrigação de trabalhar para remover os bugs e erros de codificação no hardware do nosso corpo e no dos nossos filhos?

O público se contorceu.

— Quem de vocês, sabendo de uma doença terrível do seu futuro filho que poderia matá-lo, estaria disposto a submetê-lo a uma cirurgia para salvar-lhe a vida? — continuei pressionando.

Todas as mãos se ergueram.

Subindo a escada da complexidade

A revolução genética nos proveu de novas formas de entender a nós mesmos que nossos ancestrais dificilmente poderiam ter imaginado. Tentar explicar para alguém 20 mil anos atrás que os humanos são feitos de código teria sido muito além do que a sua experiência de vida o havia preparado para absorver. Mas, apesar de nossa grande e bem fundamentada fé na ciência, seria recomendável manter a mesma apreciação humilde do mundo além do nosso alcance que nossos antepassados possuíam. As doenças causadas por mutações monogênicas demonstram esse argumento.

Conectar com confiança as mutações de gene único a doenças genéticas específicas representa décadas de progresso duramente conquistado. Porém, até mesmo essa história é mais complicada do que parece. Como muitos dos genes ligados a determinadas doenças genéticas têm sido encontrados em pessoas que apresentam os sintomas dessas doenças, os pesquisadores não sabem o bastante sobre outras pessoas que podem carregar mutações genéticas similares e que não tenham a doença em particular por algum motivo, talvez por terem algum outro gene ou genes a protegê-las. Por causa disso, é bem provável que quanto mais pessoas — de todos os tipos, não apenas as que demonstram os sintomas particulares das doenças — sequenciarmos, mais vamos descobrir sobre a complexidade da genética. Aprenderemos que somos todos mutações genéticas de um jeito ou de outro,

carregando mutações que talvez causem doenças em outros indivíduos mas que, de alguma forma, não nos afetam, ou vice-versa.

Nossa genética complexa e interativa existe dentro de múltiplos sistemas biológicos de complexidade ainda maior: *epigenoma*, *transcriptoma*, *proteoma*, *metaboloma*, *microbioma* e *viroma*, entre outros. Nossa biologia individual é então incorporada no contexto mais amplo do nosso ambiente¹.

É por isso que, depois do estágio inicial de euforia que aconteceu há uma ou duas décadas, muitos cientistas têm, mais recentemente, se mostrado cautelosos ao predizer o tempo necessário para o entendimento da nossa genética e de outros sistemas que interagem com ela e ao nosso redor. Fizemos tremendos avanços após desenvolver um sequenciamento do genoma mais barato, rápido e preciso, mas a nossa habilidade de coletar dados ainda não foi alcançada pela nossa habilidade de entender os dados que coletamos. James Collins, bioengenheiro da Universidade de Boston, disse para a *Nature*: “Nós cometemos o erro de igualar o recolhimento de informações com um aumento correspondente de entendimento e discernimento”².

Como a nossa espécie muitas vezes faz, no entanto, equilibramos essa humildade justificável sobre a tecnologia genética com a nossa arrogância prometeica, e isso acontece por um bom motivo. Cada um dos sistemas biológicos complexos dentro de nós se tornará cada vez mais decodificável, e nossos genes os acompanharão.

Como abordar o genoma humano em uma tacada só é uma tarefa impossível, os geneticistas estão subindo aos poucos pela escada da complexidade ao tentar entender os sistemas biológicos de organismos mais simples e de rápida reprodução, como as leveduras, moscas-das-frutas, lombrigas, sapos, ratos e peixes-zebra, todos com muitos sistemas biológicos e genéticos similares aos nossos. Pelo fato de todos os seres vivos compartilharem um ancestral em comum, a genética dessas criaturas é mais ou menos como a humana, dependendo de onde nos separamos deles. Humanos e moscas-das-frutas, por exemplo, tiveram um ancestral comum cerca de 700 milhões de anos atrás. Nós nos separamos dos ratos, nossos parentes mais próximos, cerca de 80 milhões de anos atrás, o que talvez explique por que ambas as

espécies gostam tanto de queijo (brincadeirinha). Por esse motivo, compartilhamos 60% do nosso DNA com as moscas-das-frutas, mas 92% com os ratos.

Infelizmente para eles, nossos parentes têm que sofrer para que possamos desenvolver nossas pesquisas genéticas. No início, eles eram bombardeados com radiação nociva para que desenvolvessem mutações nos seus genes e pudéssemos ver como as mudanças genéticas variadas podiam levar a alterações físicas específicas. Hoje, um amplo acervo de ferramentas genéticas é utilizado para separar genes em organismos modelo, e laboratórios por todo o mundo alteram ratos geneticamente, entre outros animais, para ajudar nos estudos sobre características e doenças genéticas*. De forma lenta mas consistente, esses processos estão nos ajudando a entender o funcionamento de sistemas biológicos complexos como o nosso.

Por anos, pesquisadores como Eric Davidson, biólogo do Instituto de Tecnologia da Califórnia, têm trabalhado para mostrar como o sistema biológico complexo de organismos modelo pode ser compreendido cada vez mais. Davidson sistematicamente separou múltiplas proteínas controladoras da expressão dos genes de ouriços-do-mar e monitorou quanto cada alteração teve resultado nas outras proteínas e na expressão dos genes. Com essa informação, ele e sua equipe estão desenvolvendo meticulosamente um mapa dinâmico de quantas proteínas e genes diferentes interagem uns com os outros em um esforço para desenvolver princípios básicos para o sistema biológico geral dos ouriços-do-mar. Ainda há muito a ser feito, mas Davidson descreve o seu trabalho como “a prova do princípio de que você poderá entender tudo sobre o sistema que deseja entender se conseguir analisar suas partes móveis”³.

* Cerca de 60% dos genes relacionados às doenças humanas têm correlatos nas moscas. Pesquisadores desenvolveram centenas de linhagens de camundongos, nossos parentes mais próximos, para lhes dar todos os tipos de doenças humanas e ajudar a encontrar a cura. A pesquisa em organismos modelo é absolutamente essencial para encontrar a cura para doenças humanas, mas pode causar dor significativa aos animais. É por isso que precisamos garantir tanto que a experimentação animal continue e que ela seja supervisionada usando fortes diretrizes éticas.

Decodificando a identidade

Bem-vindo de volta à clínica de fertilidade. O ano é 2035.

Quando estive aqui, dez anos atrás, você passou por uma FIV e um processo de análise embrionária para ter certeza de que a sua linda filha não nasceria com uma terrível doença genética causada por uma mutação monogênica. A filha agora tem 10 anos e está florescendo, reforçando sua fé no papel que a análise embrionária pode ter em melhorar a saúde das crianças. Ao olhar para ela e para as outras crianças correndo para fora da escola no fim do dia, você sentiu pena daquelas nascidas com anormalidades genéticas que poderiam ter sido evitadas se os pais as tivessem gerado em laboratório em vez de serem egoístas e confiarem na concepção perigosa e aleatória do método sexual.

Ao criar sua filha nos últimos dez anos, você prestou uma atenção especial à contínua sequência de descobertas na identificação do papel que múltiplos genes têm no desenvolvimento de um número cada vez maior de características e desordens.

Você está de volta à mesma clínica de fertilidade que visitou há uma década, indo da mesma sala de espera ao mesmo consultório, mas muita coisa parece ter mudado.

— Doutora — você diz, entrando no consultório —, é bom te ver. Tive uma ótima experiência com a FIV e a seleção embrionária da última vez. Gostaria de fazer novamente.

O consultório, assim como a sala de espera, parecia diferente, muito mais confortável do que da última vez. O branco asséptico das

paredes foi trocado por tons pastel de azul-claro e lavanda. As cadeiras foram dos modelos industriais para os contemporâneos. A clínica tem um leve aroma de rosas.

A médica se levanta para recebê-la com um sorriso no rosto.

— É o que todo mundo fala. Posso lhe oferecer um café?

A pergunta a deixa nervosa. Desde quando é oferecido serviço de barista numa clínica médica? Parece que a reprodução assistida se tornou um serviço competitivo desde a última vez.

— Você tem descafeinado?

— Esse processo vai ser relativamente fácil. — A médica, então, para um momento para ditar seu pedido para a máquina de café. — Você estava à frente do jogo uma década atrás, quando decidiu fertilizar dez dos seus óvulos.

— Tenho dormido mais tranquila nos últimos anos porque sabia que os outros nove embriões ainda estavam congelados. É difícil imaginar que eu já considerava essa opção. Não tinha muita certeza se queria outro filho, mas com o passar dos anos não consegui escapar da sensação de que precisava de mais um.

— E nós vamos fazer tudo ao nosso alcance para que essa sensação se torne um anjinho fofo de verdade. Açúcar?

— Só uma colher, por favor.

— Então aqui está a minha recomendação. — A médica se aproxima com a xícara de cerâmica. — Vamos descongelar seis dos nove embriões e depois extrair cinco células de cada um usando PGT como fizemos da última vez.

— Tudo bem — você responde, notando que a médica não perdeu a abordagem prática de uma década atrás.

— Então, vamos sequenciar as células de cada um desses seis embriões e lhe informar quais dessas crianças em potencial seriam portadoras das doenças de gene único, como da última vez.

— Certo — você diz com confiança, tomando um gole do seu café, que foi perfeitamente moído. Você já passou por esse processo antes, por isso se sente confiante ao saber o que esperar.

— Mas muita coisa mudou desde então. — A médica se inclina na sua direção. — Naquela época nós só podíamos analisar desordens de

mutações de gene único e algumas características, como gênero, cor do cabelo e dos olhos. Agora aprendemos muito mais sobre padrões de múltiplos genes que podem levar a desordens genéticas mais complexas, algumas das quais talvez não apareçam até a vida adulta. Porque esses padrões variam de pessoa para pessoa e porque nós ainda não entendemos completamente o genoma complexo como um todo, podemos apenas ver esse tipo de análise como sendo preventiva. Não estamos mais lidando com resultados binários, o botão de ligar e desligar das doenças e desordens genéticas monogênicas de que falamos há cerca de uma década. Seremos capazes de fazer previsões em percentual, como haver a chance de 70% de que a criança nascida daquele embrião, por exemplo, pegue a doença X antes que ela tenha Y anos de idade. Não estou afirmando que a criança em potencial pegaria essa doença, apenas que alguém com aquela genética teria uma chance de pegar. Claro, isso não levaria em consideração os fatores ambientais que a criança experimentaria depois de nascer. Isso faz sentido para você?

— Faz — você diz, com um pouco mais de cautela. São águas ainda inexploradas.

— Contudo, somos capazes de fazer esse tipo de previsão para muitas das doenças mais sérias e dolorosas influenciadas pela genética, como Alzheimer, doença cardíaca e alguns tipos de câncer. Você não poderá prevenir essas doenças com a seleção embrionária, mas com certeza conseguirá melhorar as chances de o seu futuro filho evitá-las ou retardá-las.

— Muita coisa mudou mesmo...

— Sou obrigada por lei a perguntar se você quer essa informação preditiva. É claro que você tem o direito de recusá-la. Se quiser receber a informação, será preciso que assine o formulário neste tablet.

Você pensa por um momento, pega a caneta digital e assina. Afinal, por que não iria querer essa informação? Você tem que implantar um embrião, de qualquer forma. Por que não escolher o que tem as maiores chances de viver uma vida saudável?

— A lei também requer que eu pergunte se você gostaria de saber mais sobre a probabilidade de os seus embriões expressarem outras características não relacionadas a doenças se eles forem implantados. A decisão fica a seu critério.

**ASSINE NOSSA NEWSLETTER E RECEBA
INFORMAÇÕES DE TODOS OS LANÇAMENTOS**

www.faroeditorial.com.br



CAMPANHA



Há um grande número de portadores do vírus
HIV e de hepatite que não se trata.
Gratuito e sigiloso, fazer o teste de HIV e hepatite
é mais rápido do que ler um livro.
FAÇA O TESTE. NÃO FIQUE NA DÚVIDA!



ESTA OBRA FOI IMPRESSA PELA
GRÁFICA LC MOYSES EM JULHO DE 2020