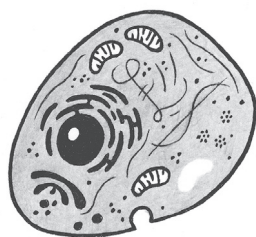


1
COMO CONSTRUIR UM HUMANO



«Quão semelhante a um deus!»

WILLIAM SHAKESPEARE

Hamlet

Há muito tempo, quando eu era aluno do ensino secundário na América, lembro-me de um professor de Biologia me ter ensinado que todos os químicos que compõem um corpo humano podiam ser adquiridos numa drogaria por cinco dólares ou coisa parecida. Não me lembro do valor exato. Talvez fosse 2,97 dólares ou 13,50 dólares, mas era certamente muito pouco, mesmo nos anos 60, e lembro-me de ficar estupefacto com a ideia de podermos construir uma criatura encolhida e borbulhenta como eu praticamente de graça.

Foi uma revelação tão espetacular, uma tal lição de humildade que ficou comigo até hoje, ao longo de todos estes anos. A questão é: será verdade? Valemos mesmo assim tão pouco?

Muitas autoridades na matéria (possivelmente isto pode ler-se como «estudantes universitários de ciências que não têm com quem sair numa sexta-feira à noite») tentaram, em várias ocasiões, essencialmente para fins de entretenimento, calcular quanto custariam os materiais necessários para construir um humano. Talvez a tentativa mais

respeitável e abrangente em anos recentes tenha sido feita pela Real Sociedade de Química quando, como parte do Festival de Ciências de Cambridge em 2013, calculou quanto custaria reunir todos os elementos necessários para construir o ator Benedict Cumberbatch (Cumberbatch era diretor convidado do festival nesse ano e, convenientemente, um ser humano de tamanho médio).

No total, segundo os cálculos da Real Sociedade de Química¹, são necessários cinquenta e nove elementos para construir um ser humano. Seis destes elementos – carbono, oxigénio, hidrogénio, nitrogénio, cálcio e fósforo – formam 99,1% daquilo que somos, mas muitos dos restantes são um pouco inesperados. Quem havia de dizer que estaríamos incompletos sem algum molibdénio dentro de nós, ou vanádio, manganésio, estanho e cobre? É preciso que se diga que as nossas necessidades de alguns destes elementos são extraordinariamente modestas e medem-se em partes por milhão ou mesmo partes por milhar de milhão. Por exemplo, precisamos apenas de vinte átomos de cobalto e trinta de crómio por cada 999 999 999 ½ átomos de tudo o resto.²

O maior componente de qualquer ser humano, ocupando 61% do espaço disponível, é o oxigénio. Pode parecer um pouco contraintuitivo que quase dois terços de nós sejam compostos de um gás inodoro. O motivo para não sermos leves e saltitantes como um balão é que praticamente todo o oxigénio está unido a hidrogénio (que compõe outros 10% de nós) para formar água – e a água, como sabe qualquer pessoa que alguma vez tenha tentado arrastar uma piscina insuflável ou andar com roupas encharcadas, é surpreendentemente pesada. Não deixa de ser irónico que duas das coisas mais leves da natureza, o oxigénio e o hidrogénio, formem uma das coisas mais pesadas quando se combinam, mas é para verem como é a natureza. O oxigénio e o hidrogénio são também dois dos elementos mais baratos que temos dentro de nós. Todo o nosso oxigénio não custaria mais do que 10,10€, e o hidrogénio cerca de 18,10€ (pensando numa pessoa mais ou menos do tamanho de Benedict Cumberbatch).

O CORPO

O nitrogénio (2,6% de cada um de nós) é ainda mais barato, apenas à volta de 0,31€ por corpo. A partir daí, contudo, as coisas tornam-se mais dispendiosas.

São precisos cerca de 13,5 quilos de carbono, o que custaria 50 300€, segundo a Real Sociedad de Química (eles usaram apenas as formas mais purificadas de tudo; a Real Sociedad nunca faria um ser humano com material de segunda). Cálcio, fósforo e potássio, embora sejam necessários em quantidades muito mais reduzidas, custariam, todos juntos, outros 53 365€. A maior parte dos restantes elementos é ainda mais cara por unidade de volume, mas felizmente estes são necessários apenas em quantidades microscópicas. O tório custa cerca de 2270€ por grama, mas forma apenas 0,0000001% de nós, portanto o utilizado num corpo humano custaria cerca de 0,24€. Todo o estanho de que precisamos pode ser adquirido por 0,04€, enquanto o zircónio e o nióbio não custariam mais do que 0,02€ cada. Os 0,000000007% de nós que são formados por samário, ao que parece, custam tão pouco que nem vale a pena contabilizar. Nas contas da Real Sociedad de Química aparece com o valor de 0,00€.

Dos cinquenta e nove elementos que se encontram dentro de nós, vinte e quatro são tradicionalmente conhecidos como «elementos essenciais», porque não podemos mesmo passar sem eles. Quanto aos restantes, é menos claro. Alguns são nitidamente benéficos, outros podem ser benéficos mas ainda não sabemos bem como, outros não são benéficos nem prejudiciais e vieram apenas para fazer companhia, por assim dizer, e uns poucos são declaradamente más notícias. O cádmio, por exemplo, é o vigésimo terceiro elemento mais comum no corpo, constituindo 0,1% do volume total, mas é gravemente tóxico. Existe em nós, não porque seja necessário ao corpo, mas porque vai parar às plantas através do solo e depois entra dentro de nós quando comemos as plantas. Uma pessoa que resida na América do Norte ingere provavelmente cerca de 80 microgramas de cádmio por dia, e nenhum desses microgramas lhe faz qualquer bem.

É surpreendente a quantidade de coisas que se passam a este nível elementar que ainda não compreendemos completamente. Se tirarmos uma célula do nosso corpo, quase qualquer célula, encontraremos nela um milhão ou mais de átomos de selênio, e, contudo, até há bem pouco tempo ninguém fazia a mais pequena ideia do que estavam lá a fazer. Sabemos agora que o selênio fabrica duas enzimas vitais, e a carência das mesmas está ligada a hipertensão, artrite, anemia, alguns tipos de cancro e até, possivelmente, a baixa contagem de espermatozoides.³ Assim, claramente, é boa ideia termos selênio dentro de nós (encontra-se particularmente em frutos secos, pão integral e peixe), mas, ao mesmo tempo, se ingerirmos demasiado, podemos envenenar irremediavelmente o fígado.⁴ Tal como em tantos aspetos da vida, encontrar o equilíbrio certo é uma questão delicada.

Tudo somado, segundo a Real Sociedade de Química, o custo total de construir um ser humano novo, usando o simpático Benedict Cumberbatch como modelo, seria exatamente de 109 625,50€. Custos de mão de obra e IVA, naturalmente, aumentariam ainda mais o preço. Provavelmente seria uma sorte conseguir um Benedict Cumberbatch pronto a levar para casa por menos de 225 000€ – não é uma fortuna impensável, bem vistas as coisas, mas também não é claramente a meia dúzia de dólares que o meu professor da escola secundária sugeriu. Dito isto, em 2012, *Nova*, o antigo programa de ciências da cadeia de televisão americana PBS, fez uma análise exatamente equivalente num episódio chamado «À caça dos elementos» e chegou a um total de 168 dólares (cerca de 150 euros) como valor dos componentes fundamentais do corpo humano⁵, ilustrando uma questão que se tornará incontornável à medida que avançamos neste livro, ou seja: no que diz respeito ao corpo humano, os detalhes são muitas vezes surpreendentemente inconstantes.

Claro que, na verdade, pouco importa. Seja qual for o valor pago, por mais cuidadosamente que os materiais sejam montados, ninguém vai criar um ser humano. Podíamos reunir todas as pessoas mais

O CORPO

inteligentes do mundo, vivas ou que alguma vez viveram, e dotá-las da soma completa de todo o conhecimento humano, e mesmo assim não conseguiriam, entre todas, fabricar uma única célula viva, quanto mais um Benedict Cumberbatch.

Essa é, inquestionavelmente, a coisa mais espantosa em relação a nós – somos apenas um conjunto de componentes inertes, as mesmas coisas que encontraríamos num monte de lixo. Já o disse noutra livro, mas acho que vale a pena repetir: a única coisa especial dos elementos que compõem cada um de nós é que compõem cada um de nós. É esse o milagre da vida.

* * *

Passamos toda a nossa existência dentro deste monte de carne quente e, mesmo assim, praticamente não pensamos nele. Quantas pessoas saberão, sequer mais ou menos, onde fica o baço e qual é a sua função? Ou a diferença entre tendões e ligamentos? Ou o que andam a fazer os nossos gânglios linfáticos? Quantas vezes por dia acha que pestaneja? Quinhentas? Mil? Não faz ideia, claro. Bom, fique sabendo que pestaneja 14 000 vezes por dia⁶ – tantas que os nossos olhos estão fechados durante 23 minutos do tempo que passamos acordados ao longo de um dia. No entanto, nunca temos de pensar nisso, porque, a cada segundo de cada dia, o nosso corpo leva a cabo um número de tarefas literalmente impossível de quantificar – um quadrilhão, um nonilhão, um quíndecilhão, um vigintilhão (sim, estas medidas existem mesmo); seja como for, um número muito além do alcance da nossa imaginação – e tudo sem precisar de um instante que seja da nossa atenção.

Desde o segundo em que começou a ler esta frase, o seu corpo produziu um milhão de glóbulos vermelhos. Já estão a acelerar dentro de si, a viajar nas suas veias, a mantê-lo vivo. Cada um destes glóbulos vermelhos dará a volta ao seu corpo cerca de 150 000 vezes, transportando

repetidamente oxigênio para as suas células, e depois, gasto e esgotado, apresentar-se-á perante outras células para ser silenciosamente liquidado em nome de um bem maior: você.

No total, são precisos sete mil milhões de mil milhões de mil milhões (ou seja, 7 000 000 000 000 000 000 000 000, ou oito octilhões) de átomos para formar uma pessoa. Ninguém sabe dizer porque é que esses sete mil milhões de mil milhões de mil milhões de átomos têm um desejo tão urgente de ser determinada pessoa. Afinal de contas, são partículas sem consciência, sem um único pensamento ou ideia. No entanto, de alguma forma, pela duração total da sua existência, eles construirão e manterão todos os inúmeros sistemas e estruturas necessários para que o seu corpo funcione bem, para formar a pessoa que você é, para lhe dar forma e consistência e o deixar apreciar esta condição rara e extremamente agradável conhecida como vida.

Trata-se de um trabalho muito maior do que pode pensar. Desmontados, nós somos de facto enormes. Os nossos pulmões, alisados, cobririam um campo de ténis, e as vias aéreas dentro deles iriam de Londres a Moscovo. O comprimento de todos os nossos vasos sanguíneos daria duas voltas e meia à Terra.⁷ Mas o mais espantoso de tudo é o nosso ADN. Há um metro dele comprimido dentro de cada célula, e as células são tantas que, se uníssemos todo o ADN do nosso corpo num único fio, ele teria 16 mil milhões de quilómetros, uma distância maior do que da Terra a Plutão.⁸ Pense bem: há quantidade suficiente de cada um de nós para deixar o Sistema Solar. Somos, no sentido mais literal, cósmicos.

Mas os nossos átomos são apenas os blocos constituintes e não estão, eles mesmos, vivos. Não é assim tão fácil dizer onde, exatamente, é que a vida começa. A unidade básica da vida é a célula – toda a gente está de acordo em relação a isso. A célula está repleta de coisas atarefadas – ribossomas e proteínas, ADN, ARN, mitocôndrias e muitas outras coisas microscópicas e misteriosas –, mas nenhuma delas está, em si mesma, viva. A célula propriamente dita é apenas um

O CORPO

compartimento – uma espécie de pequena divisão (uma *cela*) para as albergar, e ela própria não tem vida, como acontece com qualquer divisão ou sala. Contudo, quando todas estas coisas se juntam, temos vida. Essa é a parte que escapa à ciência. E, de certa forma, espero que sempre assim seja.

Mais extraordinário ainda, talvez, é que nada está no comando. Cada componente da célula responde a sinais dos outros componentes, todos se debatem e colidem como carrinhos de choque, e, contudo, de alguma maneira, todo este movimento aleatório resulta numa ação fluida e coordenada, não só na célula, mas em todo o corpo, conforme as células comunicam com outras células em partes diferentes do nosso cosmos pessoal.

O coração da célula é o núcleo. Contém o ADN da célula – um metro dele, como já dissemos, encafuado num espaço que podemos razoavelmente considerar infinitesimal. A razão para que tanto ADN consiga caber no núcleo de uma célula é que ele é extraordinariamente fino. Seriam precisas 20 mil milhões de fitas de ADN dispostas lado a lado para se obter a grossura do mais fino fio de cabelo humano.⁹ Todas as células do nosso corpo (para sermos mais rigorosos, todas as células que tenham núcleo) contêm duas cópias do nosso ADN. É por isso que temos o suficiente para chegar além de Plutão.

O ADN existe apenas com uma finalidade – criar mais ADN. O nosso ADN é simplesmente um manual de instruções para fazer aquela pessoa específica. Uma molécula de ADN, como com certeza deve lembrar-se de ter visto em inúmeros programas de televisão, mesmo que se tenha esquecido das aulas de Biologia, é composta de dois fios, unidos por degraus, que formam a famosa escada em espiral conhecida como dupla hélice. Cada extensão de ADN está dividida em segmentos chamados cromossomas e unidades individuais mais curtas chamadas genes. A soma de todos os nossos genes é o genoma.

O ADN é extremamente estável. Pode durar dezenas de milhares de anos. É o que permite aos cientistas, hoje em dia, decifrar a

antropologia do passado muito distante. Provavelmente, nada daquilo que você possui neste momento – seja uma carta, uma joia, uma herança preciosa – existirá daqui a 1000 anos, mas o seu ADN ainda estará quase de certeza por aí, e capaz de ser recuperado se alguém quiser dar-se ao trabalho de o procurar. O ADN transmite informação com uma fidelidade extraordinária. Comete apenas cerca de um erro por cada mil milhões de letras copiadas. Mesmo assim, isso equivale a três erros, ou mutações, por divisão celular. O corpo consegue ignorar a maior parte destas mutações, mas de vez em quando elas têm um significado duradouro. A isto chama-se evolução.

Todos os componentes do genoma têm um único objetivo persistente – manter a continuidade da linha da sua existência. É uma lição de humildade pensar que os genes que trazemos connosco são imensamente antigos e possivelmente – pelo menos, até agora – eternos. Nós morreremos e desapareceremos, mas os nossos genes continuarão por tempo indefinido, desde que nós e os nossos descendentes continuemos a reproduzir-nos. E é sem dúvida assombroso pensar que nunca, nem por uma vez ao longo dos três mil milhões de anos desde que a vida começou, a nossa linha de descendência pessoal foi interrompida. Para que cada um de nós esteja aqui hoje, todos os nossos antepassados tiveram de passar com sucesso o seu material genético a uma nova geração antes de se extinguirem ou serem afastados de outra forma do processo de procriação. É uma longa cadeia de sucessos.

O que os genes fazem, especificamente, é fornecer instruções para a construção de proteínas. A maior parte das coisas úteis no corpo são proteínas. Algumas aceleram as alterações químicas e são conhecidas como enzimas. Outras transmitem mensagens químicas e são conhecidas como hormonas. Outras ainda atacam os agentes patogénicos e chamam-se anticorpos. A maior de todas as nossas proteínas chama-se titina e ajuda a controlar a elasticidade dos músculos. O seu nome químico tem 189 819 letras, o que faria dela a palavra mais longa

da língua inglesa se os dicionários reconhecessem nomes químicos.¹⁰ Ninguém sabe quantos tipos de proteína existem dentro de nós, mas as estimativas vão de algumas centenas de milhares a um milhão ou mais.¹¹

O paradoxo da genética é que todos nós somos muito diferentes e, apesar disso, em termos genéticos, somos praticamente idênticos. Os humanos partilham 99,9% do seu ADN¹², e contudo não há dois humanos iguais. O meu ADN e o seu ADN serão diferentes em três a quatro milhões de sítios, o que é uma pequena proporção do total, mas suficiente para haver muitas diferenças entre nós.¹³ Temos também, dentro de cada um, cerca de cem mutações pessoais¹⁴ – pedaços de instruções genéticas que não coincidem exatamente com nenhum dos genes transmitidos pelos nossos pais e que são unicamente nossos.

Como tudo isto funciona detalhadamente ainda é, em grande medida, um mistério para nós. Apenas 2% do genoma humano codifica para proteínas, o que quer dizer que apenas 2% faz alguma coisa demonstrável e inequivocamente prática. O que o resto está a fazer, não sabemos. Grande parte, ao que parece, simplesmente *existe*, como sardas na pele. Algumas partes não fazem qualquer sentido. Uma curta sequência em particular, chamada elemento Alu, repete-se mais de um milhão de vezes ao longo do nosso genoma, incluindo, por vezes, no meio de genes codificadores de proteínas importantes.¹⁵ É uma algaraviada incompreensível, tanto quanto se sabe, e, no entanto, forma 10% de todo o nosso material genético. A parte misteriosa foi chamada, durante algum tempo, de «ADN lixo», mas agora chama-se, mais graciosamente, «ADN escuro», o que significa que não sabemos o que faz nem porque está lá. Algum está envolvido na regulação dos genes, mas a maior parte continua por determinar.

O corpo é frequentemente comparado a uma máquina, mas é muito mais do que isso. Trabalha 24 horas por dia, durante décadas, sem precisar (na maior parte do tempo) de reparações regulares nem

da instalação de peças sobressalentes, é movido a água e alguns compostos orgânicos, é macio e bastante bonito, convenientemente móvel e flexível, reproduz-se com entusiasmo, faz piadas, sente afeto, aprecia um belo pôr do sol e uma brisa fresca. Quantas máquinas conhece capazes de fazerem tudo isso? Não há qualquer dúvida. Nós somos verdadeiramente assombrosos. No entanto, é preciso que se diga, isto também se aplica às minhocas.

E como é que celebramos a glória da nossa existência? Bem, para a maior parte de nós, com um mínimo de exercício e um máximo de comida. Pense em toda a porcaria que enfia garganta abaixo e em quanto tempo da sua vida é passado em estado quase vegetativo em frente de um ecrã. Mesmo assim, de forma generosa e miraculosa, o nosso corpo cuida de nós, extrai nutrientes da miscelânea de alimentos com que nos empanturramos e consegue manter-nos em funcionamento, regra geral a um nível bastante elevado, durante décadas. O suicídio através do estilo de vida demora imenso tempo.

Mesmo quando fazemos quase tudo mal, o nosso corpo mantém-nos e conserva-nos. A maior parte das pessoas é um testemunho vivo disto mesmo, de uma forma ou de outra. Cinco em cada seis fumadores não terão cancro do pulmão.¹⁶ A maioria das pessoas que são sérias candidatas a ataques cardíacos nunca tem um ataque cardíaco. Todos os dias, calcula-se, entre uma e cinco das nossas células torna-se cancerígena e o nosso sistema imunitário captura-a e mata-a.¹⁷ Pense nisso. Duas dezenas de vezes por semana, bem mais de mil vezes por ano, apanhamos a doença mais temida da nossa era, e de cada uma dessas vezes o nosso corpo salva-nos. Claro que, ocasionalmente, um cancro desenvolve-se e torna-se mais sério e pode matar-nos, mas de uma maneira geral os cancros são raros: a maioria das células do corpo reproduz-se biliões de vezes sem que nada corra mal. O cancro pode ser uma causa de morte comum, mas não é um evento comum na vida.

O CORPO

Os nossos corpos são um universo de 37,2 bilhões* de células a trabalhar de forma concertada mais ou menos perfeita, mais ou menos constantemente.¹⁸ Uma dorzinha, uma pontada de indigestão, uma nódoa negra ou borbulha de vez em quando é basicamente tudo o que, no decurso normal das coisas, anuncia que somos imperfeitos. Há milhares de coisas que podem matar-nos – pouco mais de 8000, segundo a Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde compilada pela Organização Mundial de Saúde –, e escapamos a todas exceto a uma.¹⁹ Para a maior parte das pessoas, não é mau negócio.

Não somos perfeitos de maneira alguma, isso é evidente. Temos molares impactados porque evoluímos com maxilares demasiado pequenos para todos os dentes de que fomos dotados, e a pélvis humana é demasiado estreita para que as mulheres consigam dar à luz sem dores lancinantes. Somos irremediavelmente suscetíveis a dores nas costas. Temos órgãos que, na sua maioria, não são capazes de se reparar a si próprios. Quando um peixe-zebra danifica o coração, este desenvolve tecido novo. Se você danificar o coração, bom, azar. Quase todos os animais produzem a sua própria vitamina C, mas nós não. Executamos todas as partes do processo exceto, inexplicavelmente, o último passo, a produção de uma única enzima.²⁰

O milagre da vida humana não é sermos dotados de algumas fragilidades, mas sim não estarmos assoberbados delas. Não se esqueçam de que os nossos genes vêm de antepassados que, na maior parte do tempo, nem sequer eram humanos. Alguns eram peixes. Muitos mais eram minúsculos e peludos e viviam em tocas. Estes são os seres de quem herdámos o nosso plano corporal. Somos o produto de três mil milhões de anos de ajustes evolutivos. Estaríamos todos muito melhor

* Este número é, claro, um palpite informado. As células humanas existem em vários tipos, tamanhos e densidades, e são literalmente incontáveis. O número 37,2 bilhões foi determinado em 2013 por uma equipa de cientistas europeus liderados por Eva Bianconi da Universidade de Bolonha em Itália, e foi publicado no *Annals of Human Biology*.

BILL BRYSON

se pudéssemos começar de novo e dar a nós próprios corpos construídos para as necessidades particulares do *Homo sapiens* – caminhar eretos sem dar cabo dos joelhos e das costas, engolir sem o risco acrescido de nos engasgarmos, fornecer bebês como se fôssemos máquinas de venda automática. Mas não fomos construídos para isso. Começámos a nossa viagem através da história como borrões unicelulares a flutuar em mares quentes e pouco profundos. Tudo, desde então, tem sido um acidente longo e interessante, mas também bastante glorioso, como espero que as próximas páginas venham a demonstrar.