

diálogos com a
GERAÇÃO Z
3
Ano 9 | #02 | 2018

O FABULOSO MUNDO DO DNA

FRONTEIRAS
EDUCAÇÃO



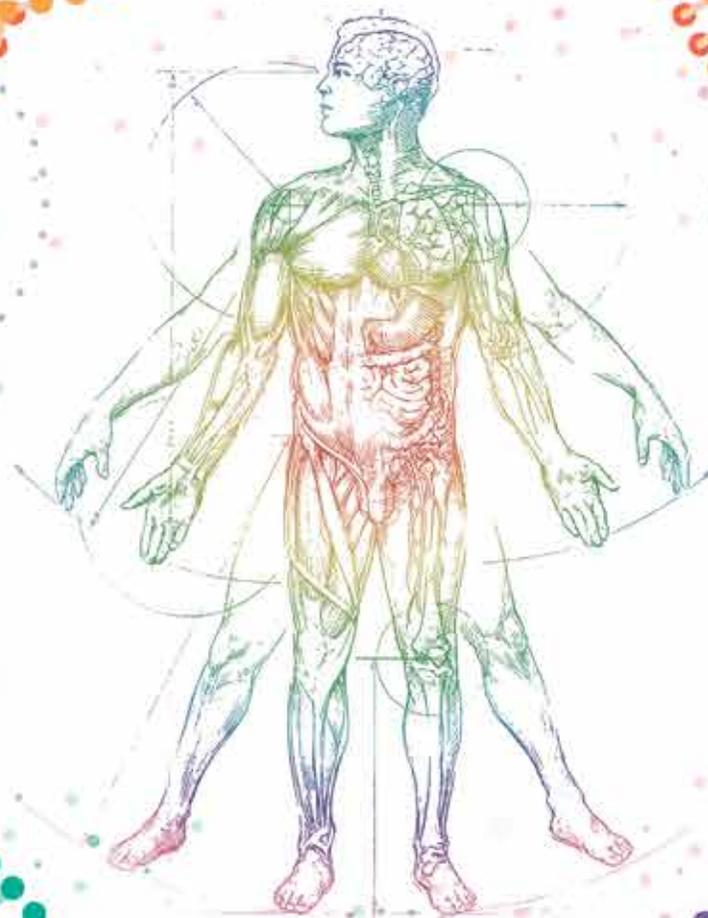
O UNIVERSO DENTRO DE NÓS

Imagine que cada um de nós carrega um universo dentro de cada célula que compõe os nossos corpos. De certa forma, é isso que a ciência descobriu em 1953 – ano em que foi descrito pela primeira vez o DNA, um composto orgânico microscópico mas que determina tudo aquilo que somos por fora. E não é só aparência: as funções de nossos órgãos, as pulsões de nosso cérebro, as características físicas que herdamos de nossos pais... tudo isso remete ao DNA.

Essa descoberta resultou em uma revolução científica. Novos campos de estudo surgiram a partir dela: a genética, que estuda o modo de funcionamento do DNA, a biotecnologia, que investiga formas de agir sobre ele, a bioética, que busca traçar os parâmetros éticos e morais para as pesquisas nessa área... nada disso existia um século atrás.

Mas esse é só o começo: o futuro da genética promete aprimorar a prevenção e a cura de doenças, evitar a transmissão de doenças hereditárias e, se assim decidirmos, fazer uma série de modificações sobre a própria natureza do ser humano e das outras espécies. Clonagens, “edição” de DNA e a criação em laboratório de animais em extinção são apenas algumas das ideias que há pouco tempo estavam restritas ao âmbito da ficção, mas hoje parecem estar bem perto, ao dobrar a próxima esquina.

Neste fascículo, conheceremos mais sobre esse universo que abrigamos dentro de nós e determina – até certo ponto – os caminhos que escolheremos em nossas vidas. Preparados para embarcar nessa viagem?



O código do vida

Cada ser vivo é composto por milhões e milhões de pecinhas que se encaixam conforme as regras de um manual. Se fosse um jogo de montar, esse manual de instruções se chamaria ácido desoxirribonucleico, um nome que é mais conhecido por sua sigla em inglês – DNA. Ele está presente nas células de praticamente todas as formas de vida, desde bactérias microscópicas até os seres humanos, passando por árvores, rinocerontes, cogumelos, águas-vivas... A única exceção são algumas espécies de vírus.

As sequências de DNA são tão pequenas que é difícil até de imaginar a sua dimensão. Quando estão compactadas no interior da célula, elas só podem ser vistas com a utilização de um tipo especial de microscópio. Por outro lado, elas codificam uma quantidade inimaginável de informações: se pudéssemos desenrolar o DNA de uma célula, teríamos uma fita com dois metros de comprimento.

Essa incrível capacidade de compactar dados em um espaço infinitesimal é o que torna o DNA tão especial – e tão difícil de ser estudado. Não é por acaso que a sua descoberta é relativamente recente (ele foi detectado pela primeira vez na segunda metade do século XIX) e que nossos conhecimentos a seu respeito ainda são bastante limitados. Mas este é um cenário que vem mudando em grande velocidade. As últimas décadas testemunharam uma revolução no campo da genética, responsável por estudar as sequências de DNA, e novas descobertas acontecem quase todos os dias. Essa revolução científica está alterando a forma como vemos não só a humanidade, mas também sua relação com todas as outras espécies.

O estudo do DNA abre inúmeros caminhos: ajuda-nos a estudar – e até mesmo curar – doenças, entender as diferenças e semelhanças entre os indivíduos, comparar diferentes espécies, compreender melhor o funcionamento do corpo humano e explorar o passado, investigando os caminhos evolutivos que nos trouxeram até aqui.

A constituição do DNA

O desenho que representa o DNA é conhecido por quase todo mundo – quem nunca viu uma ilustração da fita dupla em forma de espiral em filmes, vídeos do YouTube ou em qualquer outro contexto? A “dupla hélice”, como é chamada essa estrutura, desbancou o desenho do átomo como representação da ciência. Se vemos esse desenho em uma porta, sabemos na hora que ali funciona um laboratório; se o vemos na capa de um livro, sabemos que a obra é sobre ciência. O DNA é pop – é uma imagem que está presente em nosso cotidiano.

Antes de conhecê-lo melhor, contudo, devemos entender o que essa imagem significa. Vamos do início: o DNA é uma molécula, o que significa que é formado por duas ou mais estruturas químicas, dois ou mais “ingredientes”. No caso do DNA, são centenas de milhares delas. Essas estruturas menores são formadas por um “esqueleto” que une duplas de bases nitrogenadas. Existem apenas quatro bases nitrogenadas: adenina, citosina, timina e guanina.

Você leu certo: todos os seres vivos são feitos a partir dos mesmos quatro materiais. Sendo assim, como é possível que um elefante seja tão diferente de uma alface, ou que um coral seja tão diferente de um cogumelo? O segredo está na ordem em que essas duplas de bases estão organizadas. Cada sequência específica (que pode ser composta por milhões de duplas) tem um nome próprio: gene. Os genes, por sua vez, se combinam em cromossomos. O número de cromossomos varia para cada espécie. Em nosso caso, são 46: metade é herdada de nosso pai, e a outra metade, de nossa mãe.

Alguns genes determinam características que são comuns à nossa espécie, como ter dois olhos e cabelo cobrindo a cabeça. Esse conjunto se chama genoma: é o código genético que define uma espécie, e que está presente em todos nós. Mas também existe outro tipo de gene, que determina as características específicas de cada indivíduo: a cor exata dos olhos, o tom do cabelo, a idade em que ficaremos (ou não) carecas etc. Em resumo: todos temos uma grande parcela idêntica de genes, mas também possuímos outra parcela, exclusiva de cada indivíduo, que determina nossas particularidades.

AS ERVILHAS DE MENDEL

O monge austríaco Gregor Mendel (1822-1884), pioneiro das pesquisas sobre hereditariedade, pode ser considerado o “pai da genética” – embora nunca tenha utilizado esse termo em seus trabalhos. Na verdade, ele mapeou o funcionamento dos genes antes mesmo que a existência destes fosse conhecida.

Em seu experimento, o cientista cruzou diversas variantes e estudou as características que se manifestavam em cada nova geração. Assim, descobriu, por exemplo, que todos os descendentes do cruzamento entre ervilhas de sementes amarelas e de sementes verdes apresentavam sementes amarelas.

Tudo começou em 1856, quando Mendel decidiu estudar a forma como os pais ou genitores de cada espécie transmitiam informações para seus descendentes.

Para isso, utilizou instrumentos bastante simples: sementes. Ao discutir suas ideias com alguns colegas, ele decidiu trabalhar com ervilhas *Pisum sativum*. Essa escolha ocorreu devido ao grande número de variedades da espécie (só nesse estudo, foram utilizadas 34), cada uma com características facilmente reconhecíveis a olho nu: cores, texturas, cor das flores, da vagem e das sementes, altura etc.

A conclusão mais óbvia seria que as sementes amarelas são “mais fortes” e, portanto, predominavam sobre as sementes verdes, fadadas a desaparecer com o tempo. Óbvia, mas equivocada, como Mendel descobriu logo em seguida: ao cruzar as mudas da segunda geração, o cientista descobriu que uma de cada quatro mudas apresentava sementes verdes.

Assim, concluiu que a informação nas células das plantas que provocava o crescimento de sementes verdes não havia desaparecido – apenas ficara “escondida” durante uma geração. Ele batizou esse tipo de característica oculta de “recessiva”, enquanto aquelas mais comuns foram chamadas de “dominantes”.

O pesquisador austríaco ainda não sabia, mas acabara de descobrir o funcionamento dos genes. Algumas décadas mais tarde, os resultados de sua experiência seriam comprovados por outros cientistas, que ajudariam a divulgar seu trabalho e a cimentar um novo campo de estudos.

EM BUSCA DO GENE PERDIDO

Charles Darwin (1809-1882) foi o autor de *A origem das espécies*, um dos livros mais importantes de todos os tempos, em que descreveu o processo da seleção natural. Em linhas gerais, Darwin explicou que cada espécie se adaptava ao meio onde vivia.

Os indivíduos menos adaptados morriam sem deixar descendentes, e os sobreviventes tinham filhos parecidos consigo, que se viravam melhor em seu ambiente.

Mas faltava algo nesse quebra-cabeça: o que tornava os indivíduos diferentes uns dos outros, mas semelhantes aos seus pais? Darwin até procurou, mas nunca encontrou a peça que faltava.

Hoje, sabemos qual é: os genes, cujo funcionamento foi descrito pela primeira vez por Mendel. Embora não estivesse completa, a teoria de Darwin é fundamental para explicar a relação da genética com o ecossistema.

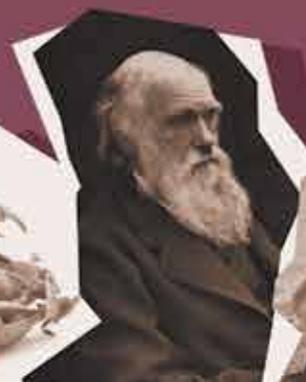
A MÃE DO DNA

Se Mendel foi o Pai da Genética, a biofísica Rosalind Franklin (1920-1958) pode ser chamada de “Mãe do DNA”. Considerada uma das cientistas mais injustiçadas da história, ela foi responsável por muitas das pesquisas que levaram à descoberta da estrutura de dupla hélice.

Nos livros de história e ciência, a identificação da estrutura do DNA é atribuída a Francis Crick e James Watson. Tanto é que, em 1962, os dois foram agraciados com o Prêmio Nobel por seu trabalho. Nos últimos anos, contudo, descobriu-se que o nome de Rosalind ficou de fora – de forma injusta.

Embora Crick e Watson tenham publicado o primeiro artigo descrevendo a estrutura de dupla hélice, seu trabalho se baseava nos achados da colega, que trabalhava em um laboratório vizinho e utilizava técnicas de raio X para realizar os melhores registros do DNA existentes até então. No entanto, a presença de mulheres no mundo da ciência era malvista naquela época.

Apesar da importância do trabalho de Rosalind, os colegas se referiam a ela com termos pejorativos, e nem sequer mencionaram sua contribuição no artigo que publicaram. Rosalind morreu no anonimato, e foram necessários cerca de 50 anos para que seu trabalho fosse reconhecido.



A EVOLUÇÃO NÃO TEM UMA FINALIDADE PREDETERMINADA

A teoria da evolução de Darwin é a ferramenta mais importante para que possamos compreender por que as espécies são como são. A maioria das características comuns de uma espécie – ou seja, a maior parte de sua carga genética – se justifica por esse processo.

Analisemos o exemplo dos pinguins: para sobreviver ao rigoroso inverno da Antártida, eles se reúnem em imensos agrupamentos para evitar a perda de calor. Enquanto alguns se posicionam na parte externa do “bolo”, aqueles situados no centro praticamente não perdem calor para o ambiente, pois apenas sua cabeça fica em contato com o ar frio. De

tempos em tempos, eles trocam de lugar: os animais que se encontravam nas extremidades passam ao centro da aglomeração, onde recuperam o calor perdido nos minutos que passaram em contato com o vento gélido. Mas quem os ensinou a se comportar dessa forma?

A resposta é: ninguém. Aqueles animais que, por uma questão genética, apresentavam a tendência de formar aglomerações com seus pares sobreviveram, enquanto as aves mais “solitárias” morreram de frio. Esse processo se repetiu durante centenas de

milhares de anos, até selecionar apenas indivíduos com as características que podemos verificar hoje.

O mesmo ocorre com todas as outras espécies do planeta: cada uma se adapta de forma única ao ambiente onde vive. Não existe um propósito claro por trás disso: o processo evolutivo é incerto, e se dá em razão de mutações genéticas aleatórias que ocorrem na geração de cada novo indivíduo. Algumas dessas mutações podem levar à morte de seus portadores (é o caso dos pinguins que preferem viver sozinhos) e acabam sendo “descartadas” pela natureza. Já as mais “úteis” para a sobrevivência da espécie se perpetuam, sendo passadas de pais para filhos durante milhares de gerações.

A evolução é, portanto, um processo aleatório e não linear, sem uma finalidade específica. As mutações genéticas podem tornar um indivíduo mais adaptado, condená-lo à morte ou até mesmo contribuir para o surgimento de uma nova espécie.

O GENE EGOÍSTA

A evolução não preserva determinados indivíduos em detrimento de outros, mas, sobretudo, determinadas *características* – ou seja, a manifestação de determinados genes. Por isso, é possível dizer que a evolução resulta da seleção daqueles *genes* mais “egoístas”: os que fazem de tudo para que o indivíduo portador sobreviva para poder passá-lo adiante. É essa a teoria de [Richard Dawkins](#), um dos mais importantes biólogos evolutivos da história.

Para o britânico, os indivíduos são “máquinas de sobrevivência”, cuja razão de ser é preservar a sua carga genética. Essa tese, um desdobramento da teoria darwinista, explica o comportamento de animais agressivos, como os leões, que precisam defender seu território para garantir a oferta de alimentos, mas também os casos de cooperação, como o que vimos na página anterior. Assim, os pinguins não colaboram com seu grupo por se preocuparem com seus pares, mas porque dependem dessa colaboração para garantir a própria sobrevivência.

Após a publicação da obra *O gene egoísta*, em que Dawkins expôs essa teoria, houve quem tentasse aplicar seus princípios para explicar o comportamento humano. No entanto, o biólogo ressalta que a nossa espécie é uma exceção. Embora nossa base genética seja produto do mesmo processo evolutivo, o tamanho de nosso cérebro nos torna diferentes. Proporcionalmente maior que o das outras espécies, ele permite que nos livremos das amarras impostas pelos genes. “Quando doamos dinheiro para a caridade, quando doamos sangue, quando cuidamos de animais, quando cuidamos dos pobres, quando cuidamos de idosos, todos esses são atos de simpatia e empatia que só podem ser associados de forma muito indireta à seleção dos genes egoístas”, exemplifica.

Por isso, Dawkins diz que é “um ardente darwinista” na hora de explicar a origem de nossa espécie, mas “antidarwinista” ao pensar no tipo de sociedade em que queremos viver. Para ele, não somos reféns de nossa carga genética, e é justamente isso que nos faz humanos.

Richard Dawkins
(1941)

Biólogo e escritor britânico. Conferencista do *Fronteiras do Pensamento* no ano de 2015.

UM EQUILÍBRIO FRÁGIL

Embora tenha sido descoberta em 1953, a natureza da estrutura do DNA permaneceu um mistério durante muitas décadas. Seu caráter microscópico e a inexistência de equipamentos adequados para manusear essas moléculas levaram ao surgimento de muitas perguntas inicialmente sem respostas. Para tentar preencher as lacunas, os cientistas fizeram o que costumam fazer: levantaram hipóteses e, ao longo dos anos, foram testando-as uma a uma.

Como é comum na história da ciência, algumas dessas hipóteses se mostraram equivocadas. Um dos erros mais relevantes foi a presunção de que o DNA seria uma molécula estável. A teoria fazia todo o sentido: é muito difícil que uma molécula estável passe por qualquer tipo de transformação, pois sua estrutura é bastante

sólida. Se o DNA é transmitido de geração em geração durante centenas de milhares de anos, apresentando apenas modificações mínimas durante esse processo, como esperar algo diferente?

Na década de 1970, contudo, descobriu-se que o óbvio era, na verdade, um equívoco. As observações não deixavam espaço para dúvida: a molécula de DNA apresentava uma estrutura instável. Muito instável, ao ponto de praticamente inviabilizar a existência da vida. Sendo assim, como explicar o fato de que estamos aqui? Só havia uma explicação: os seres vivos tinham em sua estrutura alguma coisa responsável por proteger o DNA da maioria das ameaças.

Partindo desse princípio, o médico sueco Tomas Lindahl realizou experimentos para investigar esse problema, e assim descobriu o que chamou de “reparação por excisão de base”. Esse dispositivo corrige erros causados por alterações nas bases nitrogenadas que constituem o DNA, sejam eles causados por elementos internos ou externos. Em uma analogia, o mecanismo funciona mais ou menos como um corretor ortográfico de um *smartphone*: busca referências nas “palavras” do dicionário (os genes comuns à espécie) e nos termos mais empregados pelo usuário (a combinação genética única de cada espécime) para tentar corrigir as palavras com erro de digitação. Assim, garante o funcionamento do texto (a totalidade de nosso código genético).

NOVOS DESDOBRAMENTOS

A descoberta de Lindahl abriu caminho para novas pesquisas. Os cientistas sabiam que o DNA dependia de mecanismos de proteção para manter seus dados intactos, e que alguns fatores (como a radiação) podiam danificar o código genético e provocar doenças e anomalias. O mecanismo descrito pelo médico sueco era fundamental para evitar isso, mas parecia improvável que fosse o único responsável pela tarefa.

E não era. Pouco depois, o químico turco Aziz Sancar descreveu outra ferramenta utilizada pelas células para prevenir danos no material genético. Nesse caso, o alvo específico eram as alterações nos cromossomos causadas por raios ultravioletas. Esse processo, que ficou conhecido como “reparo por excisão de nucleotídeo”, detecta danos em fragmentos amplos de uma molécula. Ele funcionaria como os corretores dos editores de texto que utilizamos nos computadores e que, além de detectar palavras erradas, apontam erros na estrutura gramatical das frases. A descoberta de Sancar ajudou a explicar a maior suscetibilidade de algumas pessoas ao câncer de pele.

Por fim, o químico americano Paul Modrich descobriu um terceiro dispositivo de defesa do DNA. O “reparo de pareamentos errados” detecta erros na replicação do DNA e na divisão celular. Retomando as analogias com o computador, é como se ele garantisse que um texto copiado com o ctrl+c permaneça idêntico ao ser colado com o ctrl+v. Embora não ocorra

no mundo da informática, esse tipo de equívoco é relativamente comum no corpo humano, e está relacionado a alguns tipos de câncer.

Em 2015, o trio de cientistas foi agraciado com o Prêmio Nobel de Química. Suas pesquisas ocorreram em países e épocas distintos, mas ajudaram a explicar diferentes aspectos de um mesmo tema. A cooperação entre esses cientistas é emblemática do caráter colaborativo da área da genética e da ciência atual.

Cabe explicar que o DNA também pode sofrer transformações benignas de forma natural. A geneticista Barbara McClintock foi a primeira a apontar os “pulos” de alguns segmentos de DNA dentro das moléculas, uma descoberta que rendeu à cientista o Prêmio Nobel de Medicina em 1983.





A COMPLEXIDADE DOS GENES E AS DOENÇAS

Quando se trata de entender as relações entre genes e câncer, um dos nomes de maior destaque no mundo todo é o do indiano [Siddhartha Mukherjee](#). Seu currículo é invejável: Mukherjee estudou biologia, imunologia e medicina em algumas das universidades mais renomadas do mundo até que, por fim, acabou se especializando em oncologia (prevenção e tratamento do câncer). Atualmente, ele trabalha no centro médico da Universidade Columbia, nos Estados Unidos, onde também atua como professor assistente.

Mas a fama de Mukherjee não se deve apenas à sua atuação clínica. Na verdade, ele é mais conhecido ao redor do mundo pelos livros que escreveu. Tudo começou dentro de seu consultório, quando o médico quis indicar para um paciente um livro que contasse a história do câncer, começando pelas primeiras referências à doença (em papíros egípcios), passando pela invenção do termo pelos gregos antigos e chegando até os dias de hoje, com tratamentos avançados e tecnologias de diagnóstico. Contudo, ele percebeu que não havia nenhum livro desse tipo que fosse acessível ao grande público. A solução para o problema foi escrever ele próprio esse livro.

Assim surgiu *O imperador de todos os males: uma biografia do câncer*, publicado em 2011. A obra foi um *best-seller* e rendeu ao seu autor o Prêmio Pulitzer, um dos mais importantes da língua inglesa, além de ter dado origem a uma série televisiva. Em suas páginas, ele revela algo que é senso comum para os médicos, mas que soa estranho ao ouvido dos leigos: o câncer não é uma doença, mas diversas, que apresentam um traço em comum: o crescimento anômalo das células.

Frente a esse cenário, ele propõe que cientistas e médicos do mundo devem estudar todas as variações, para entender o que funciona ou não na prevenção e no tratamento de cada uma delas. E o ponto de partida para isso é compreender a ação dos genes sobre o crescimento prejudicial das células. Em outras palavras, não é possível encontrar uma cura – ainda que parcial – para o câncer sem antes decifrarmos o funcionamento de nosso código genético.

Siddhartha Mukerjee
(1970)

Médico, escritor e professor indiano residente nos Estados Unidos. Conferencista do *Fronteiras do Pensamento* no ano de 2018.

GENE: UMA HISTÓRIA ÍNTIMA

Após o sucesso de seu primeiro livro, Mukherjee deu continuidade ao seu projeto de divulgação científica tratando do tema que permeava suas explicações sobre o câncer. Assim, em 2016 chegou às livrarias do mundo todo *O gene: uma história íntima*, em que o autor resgata a história do campo da genética e conta um pouco da trajetória de sua própria família, que apresenta um histórico de enfermidades mentais.

O tema central do livro é o genoma, o conjunto de bilhões de moléculas que determinam em grande parte aquilo que somos. Ao mesmo tempo em que revela o enorme conhecimento acumulado sobre o tema e demonstra como o campo vem se expandindo nos últimos tempos (e continuará a se expandir), Mukherjee revela como ele e seus familiares lidam com o temor constante da esquizofrenia e do transtorno bipolar, distúrbios geneticamente transmissíveis e comuns a diversos de seus parentes.

O exemplo da esquizofrenia é bastante revelador. Hoje, acredita-se que pelo menos 108 segmentos distintos de DNA estejam relacionados à doença. Contudo, ninguém sabe ao certo o papel de cada um deles. Para tornar a questão ainda mais complexa, nem todos os portadores desses genes desenvolvem a doença: em muitos casos, ela só se manifesta na vida adulta, desencadeada por algum episódio específico. Há também aqueles indivíduos que portam seus genes, mas que jamais chegam a desenvolver a enfermidade.

Mukherjee, que não é esquizofrênico, parte desse exemplo para mostrar como, apesar de sua imensa influência em nossas vidas, os genes não determinam de todo quem somos. Há muitas coisas que se devem à interação de nosso código genético com o ambiente em que vivemos e as experiências pelas quais passamos. Portanto, podemos afirmar com segurança que nossos destinos não são traçados por nosso DNA. Parece ser esse o objetivo final do livro: combater a ideia determinista – e equivocada – de que cada uma de nossas características corresponde a um gene. O estudo do genoma é muito mais complexo do que isso. “Os genes compõem os fios da rede”, ele resume; “o detrito retido nela é o que transforma cada rede individual em um ser.”



PESQUISA GENÉTICA NO BRASIL

Inaugurado há cerca de cem anos, o campo dos estudos sobre genética sempre foi ativo no Brasil – para o bem e para o mal. Por um lado, muitos pesquisadores utilizam análises de nosso DNA e estudos sobre hereditariedade para combater doenças como o câncer e entender os motivos da diversidade genética das espécies. Por outro, não faltaram pseudocientistas que procurassem resultados predeterminados para comprovar suas teses, muitas delas racistas.

O estudo da genética ganhou força no País na década de 1920, quando muitos pesquisadores começaram a realizar experimentos a partir dos preceitos de Mendel (ver página 4). Alguns desejavam utilizá-los para provar que a miscigenação racial seria negativa, o que hoje sabemos ser falso. Outros defendiam o contrário, em uma atitude talvez mais nobre, mas igualmente anticientífica. Afinal, o objetivo da ciência deve ser sempre testar hipóteses em busca da verdade, e nunca fornecer dados para “comprovar” teses preconcebidas.

Duas décadas mais tarde, um programa que preparava cientistas para o estudo de genética em populações reuniu em São Paulo profissionais do País inteiro.

Na década seguinte, esses profissionais montaram laboratórios em seus próprios estados com a utilização de recursos estatais e de fundações estrangeiras. Dentre as pesquisas da época, destacam-se aquelas referentes à transmissão genética em populações de moscas. Com o tempo, estudos sobre epidemias e transmissões de doenças também ganharam força. Hoje sabemos que a diversidade genética é, na verdade, a chave para a sobrevivência de qualquer espécie.

A partir dos anos 1990, com o surgimento de novas tecnologias de pesquisa, o Brasil se inseriu de vez no cenário científico internacional, participando

de grandes redes de cooperação – um exemplo foi o Projeto Genoma Humano, que veremos nas próximas páginas. Hoje, além do tratamento do câncer em seres humanos, nosso país se destaca pelas pesquisas ligadas à agricultura, seja através da manipulação de alimentos transgênicos (isso é, com o código genético alterado em laboratório de forma artificial), seja na seleção de espécimes para um aumento de produtividade no cultivo de frutas, legumes e grãos.

PESQUISAS CONTEMPORÂNEAS

EDUARDO EIZIRIK

O biólogo Eduardo Eizirik integra um grupo internacional de pesquisadores que estuda o impacto do ambiente sobre o banco genético de cada espécie. Ao lado de cientistas de diversos países da América do Sul, sua equipe investiga o código genético das espécies de raposa que vivem em nosso continente.

O grupo parte da premissa de que todas as espécies de raposa existentes na América do Sul descendem de um mesmo ancestral comum. Ao longo de centenas de milhares de anos, contudo, o processo de seleção natural selecionou características distintas nos animais de cada região e deu origem a novas espécies. O interesse de Eizirik e seus colegas são as particularidades de cada uma delas.

No Brasil, há duas variedades de raposa: a raposinha do Cerrado (*Lycalopex vetulus*) e o graxaim-do-campo, na região Sul (*Lycalopex gymnocercus*). Por meio de análises de laboratório, a equipe de Eizirik analisa o código genético das duas espécies e investiga quais fatores ambientais podem ter gerado suas diferenças.



PATRÍCIA PROLLA

Sabemos que muitos tipos de câncer têm relação com nosso material genético. Mas como utilizar esse conhecimento para evitar que mais pessoas desenvolvam a doença?

A médica oncologista e professora de genética Patrícia Prolla trabalha todos os dias para tentar responder a essa pergunta. “Estima-se que de 10 a 20% dos casos de câncer sejam hereditários. Trata-se de pessoas que, ao nascer, já têm uma maior chance de ter câncer”, ela explica. “Sabendo antecipadamente desse risco, podemos fazer coisas para tentar diminuir as probabilidades.”

O primeiro passo é descobrir os genes ligados à doença. Para isso, a equipe multidisciplinar da qual Prolla faz parte mapeia o DNA da família de seus pacientes em busca de alterações genéticas que possam ser danosas. Assim, conseguem “prever” quais são os outros membros da família que têm chance de desenvolver a doença. Com o monitoramento dos casos de risco, a equipe diagnostica o câncer ainda no início de seu desenvolvimento, aumentando as chances de cura.



PEQUENAS MOLÉCULAS, GRANDES DESAFIOS

Nas páginas anteriores, vimos que cada espécie de ser vivo apresenta uma grande quantidade de genes que é comum a todos os seus indivíduos e que a define: o genoma. Também vimos que, além de determinarem muitas das características que fazem de cada um de nós um indivíduo único, os genes podem causar doenças, especialmente quando passam por algum tipo de mutação ou apresentam alguma anomalia.

Por isso, os cientistas suspeitavam que a resposta para a cura e a prevenção de muitas doenças estaria registrada em nosso código genético – bastaria comparar o DNA de um indivíduo enfermo com o de pessoas saudáveis para descobrir o que havia saído errado. Para fazer isso, contudo, seria preciso conhecer o genoma humano em detalhes, e isso significava trabalho. Muito trabalho. Uma quantidade de trabalho que ninguém seria capaz de dar conta durante uma vida.

A solução para esse desafio foi reunir não dois, nem dez, mas nada menos que cinco mil cientistas de 18 países – incluindo o Brasil – para realizar a tarefa. Sua meta era fazer o sequenciamento de todas as bases nitrogenadas dos seres humanos, identificar cada um de nossos genes e oferecer um banco público com todos os dados encontrados para auxiliar no estudo de doenças e na elaboração de novas pesquisas.

Esse trabalho conjunto deu origem, em 1990, ao Projeto Genoma Humano, coordenado pelo americano James Watson e considerado por muitos a maior força-tarefa científica da história. O porte do projeto exigiu investimentos de diversas fundações, universidades, empresas privadas e instituições governamentais, que formaram um consórcio internacional e mobilizaram imensas quantias de dinheiro. Hoje, estima-se que o projeto e seus desdobramentos já tenham movimentado cerca de 800 bilhões de dólares. Mais de 250 laboratórios participaram desse esforço conjunto que revolucionou o mundo da ciência.

MAPA PARA O FUTURO

Em 2003, após mais de uma década de pesquisas, o Projeto Genoma Humano divulgou seu resultado. A força-tarefa havia mapeado a maior parte de nosso código genético com 99,9% de precisão. Durante a pesquisa, que durou mais de uma década, descobriu-se que menos de um milésimo de nossos genes é diferente daqueles encontrados em qualquer outro ser humano. Somos, portanto, essencialmente iguais.

O QUE JÁ FOI FEITO:

- Foram descritos 3,2 bilhões de nucleotídeos existentes em nosso DNA. Juntos, eles representam 99% do código genético humano.
- Cada um desses sequenciamentos foi testado ao menos dez vezes, para garantir máxima precisão.
- Apesar do imenso número de genes mapeados, constatou-se que apenas dois em cada cem são utilizados para a síntese proteica – ou seja, para a criação de novas células e a ativação de suas funções. Ainda não se sabe a função dos demais – se é que há alguma.

- Uma série de doenças genéticas foram correlacionadas a genes humanos. O número total se aproxima de 2 mil enfermidades.

- O Projeto Genoma custou um valor imenso (3,8 bilhões de dólares), mas suas descobertas resultaram até agora em 796 bilhões de dólares. Em outras palavras, cada dólar investido na ciência rendeu 141 vezes o seu valor – sem contar as vidas salvas no processo.

Mas o Projeto Genoma Humano foi apenas um ponto de partida. Seu principal efeito foi uma revolução nos campos da biologia, da medicina e da tecnologia. É possível pensar no genoma humano como um mapa que revela os diversos caminhos e territórios existentes no interior de nosso código genético. Agora, é possível explorar cada um desses milhões de trajetos, para então descrever o que existe ao longo de cada um deles e até onde eles levam.

O QUE ESTÁ POR VIR:

- Melhor compreensão de diversos tipos de câncer.
- Diagnóstico genético de doenças hereditárias.

- Elaboração de medicamentos mais eficazes e com menos efeitos colaterais. Cerca de 350 já se encontram em fase de testes.

- Adaptação de remédios para as necessidades específicas de um paciente.

A CLONAGEM: ONTEM...

Há pelo menos duas décadas, a clonagem faz parte do imaginário popular. Por meio de filmes (como *A Ilha*, estrelado por Ewan McGregor), telenovelas (como *O Clone*, muito popular nos anos 2000) e séries de televisão (um dos exemplos mais recentes é *Orphan Black*), a ficção imaginou mundos em que as pessoas convivem com cópias exatas criadas a sua imagem e semelhança. Até os dias de hoje, nunca houve tentativas de se clonar um ser humano, mas a possibilidade foi tão debatida que é difícil encontrar alguém que não esteja familiarizado com a ideia de clone.

No entanto, o fato é que a clonagem está longe de ser novidade. Na verdade, ela é muito mais antiga que a humanidade, pois se trata de um fenômeno existente na natureza. O processo de criação de réplicas geneticamente idênticas de uma célula é a norma para a reprodução de muitos seres unicelulares, como as bactérias, e também para algumas espécies de insetos e plantas. O que é realmente inédito é a possibilidade de que seres humanos repliquem esse fenômeno em laboratório de acordo com seus próprios desígnios. O primeiro a ter essa ideia foi o embriologista alemão Hans Spemann, que, em 1938, elaborou um experimento para transferir o núcleo de uma célula em estágio final de

desenvolvimento (isso é, de uma célula embrionária, pertencente a um espécime ainda não nascido) para um óvulo. Nos anos 1950, cientistas criaram o primeiro clone de um sapo, comprovando que a transposição do DNA de uma célula para outra era viável até mesmo no caso de organismos complexos.

O campo da clonagem alcançaria seu maior feito em 1996, quando os pesquisadores escoceses Ian Wilmut e Keith Campbell divulgaram a clonagem de uma ovelha gerada a partir de uma célula já diferenciada. O sucesso do experimento sugere que

poderíamos clonar qualquer organismo a partir de uma célula adulta, e não apenas utilizando células embrionárias como matéria-prima. Diversos outros mamíferos foram clonados desde então, mas a hipótese de clonarmos seres humanos esbarra em complexas discussões sobre o propósito e as questões éticas de tal procedimento.



...E HOJE.

Atualmente, pouco se discute a criação de seres humanos através de processos artificiais de clonagem. Mas isso não significa que os estudos e as pesquisas da área estejam parados: a cada ano, novas descobertas e inovações permitem o emprego dessa técnica para diversos fins, desde a cura de doenças até a preservação da natureza.

Uma das iniciativas mais interessantes é a utilização da clonagem para preservar animais pertencentes a espécies extintas ou ameaçadas de extinção. Enquanto o primeiro caso é extremamente arriscado (pois a introdução de uma espécie inadequada em um ecossistema pode gerar um grave desequilíbrio), o segundo pode ser uma ferramenta para impedir que espécies desapareçam de nosso planeta devido à ação humana.

O Brasil tem uma participação importante no desenvolvimento dessas tecnologias: a Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, é uma das pioneiras na clonagem de espécies selvagens sob ameaça de extinção. Além disso, a entidade governamental trabalha com a clonagem de bovinos para fins econômicos e de estudo. A atividade é devidamente regulamentada em nosso país por uma lei aprovada em 2012 que evita abusos e controla os riscos dessas pesquisas.

OS TIPOS DE CLONAGEM

Genética

Prática corriqueira de muitos organismos, não consiste na criação de novos organismos, mas de genes específicos a partir de um modelo único.

Natural

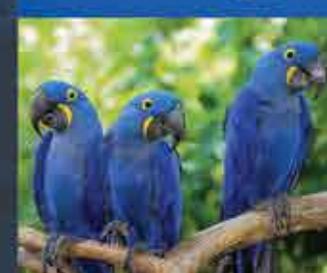
É o processo de reprodução assexuada que predomina entre as bactérias e também pode ser observado entre algumas espécies de plantas, algas e do reino fungi. Em alguns casos, é possível verificar populações inteiras de indivíduos idênticos.

Reprodutiva

Fusão de células somáticas provenientes de um animal com um óvulo que teve seu núcleo removido. Foi o processo utilizado na criação da ovelha Dolly.

Terapêutica

Criação de células-tronco embrionárias (espécie de "célula coringa" que pode se transformar em células de diversos tipos) para o desenvolvimento de tecidos saudáveis que poderão ser utilizados para substituir tecidos problemáticos do corpo humano.



Células-tronco

Responsáveis por uma das mais importantes revoluções da medicina, as pesquisas com células-tronco são motivo de muita controvérsia. Hoje em dia, é impossível falar em bioética ou tratamentos experimentais sem esbarrarmos nessa questão. Mas o que são as células-tronco, para que servem e por que suscitam tantas polêmicas?

Antigamente conhecidas como “células-fonte”, as células-tronco se caracterizam por sua capacidade extraordinária de diferenciação, isso é, de se transformar em praticamente qualquer outro tipo de célula. Em linhas gerais, o processo consiste na transformação de uma célula mais genérica em outra, mais específica e destinada a cumprir uma determinada função. Além disso, as células-tronco têm uma imensa capacidade de divisão. Ou seja: elas não se tornam apenas uma célula de outro tipo, mas muitas delas.

Isso faz com que as células-tronco tenham um papel muito importante para o nosso corpo. Elas garantem a substituição de células mortas ou defeituosas e viabilizam a regeneração de tecidos quando nos machucamos. Podemos pensar nelas como uma espécie de equipamento de emergência, capaz de socorrer o organismo em ocasiões imprevisíveis. Não é surpresa, portanto, que o implante de células-tronco tenha comprovadamente o poder de auxiliar na cura de muitas doenças e condições para as quais até então não tínhamos tratamentos eficazes, desde queimaduras graves até a leucemia.

Por que, então, a dúvida de utilizá-las ou não? O problema é a dificuldade de obtê-las. Por um lado, existem as células-tronco adultas, que podem ser encontradas em nosso organismo e funcionam justamente como o “sistema de emergência” mencionado acima. Elas são fundamentais para nossa saúde, mas não servem para tratamentos medicinais de maior complexidade. Para estes, precisamos das células-tronco embrionárias, existentes apenas em fetos nos primeiros estágios de desenvolvimento. O potencial de diferenciação delas é muito superior.

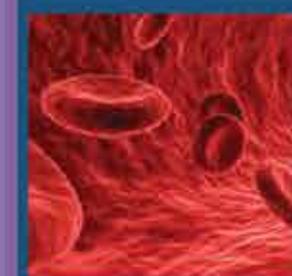
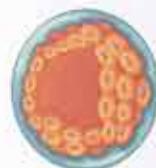
O problema é que extrair essas células de um feto significa impedir o desenvolvimento posterior do mesmo. Esse é o cerne do debate: fazer isso seria o mesmo que tirar uma vida para salvar outra?

Mayana Zatz

No Brasil, um dos nomes mais importantes nas pesquisas sobre células-tronco é a bióloga molecular e geneticista brasileira Mayana Zatz. A cientista, que também atuou no laboratório da USP ligado ao projeto Genoma Humano, é especializada em doenças neuromusculares, como alguns tipos de paraplegia e a esclerose lateral amiotrófica.

Sua carreira científica ganhou projeção depois que ela identificou um dos genes ligados à distrofia de membros ao lado de outras duas pesquisadoras brasileiras. Nos últimos anos, além de estudar outros assuntos relacionados à saúde e à genética (como os efeitos do Zika Vírus sobre fetos e gestantes), ela vem realizando experimentos com células-tronco adultas provenientes de locais como a polpa dentária dos dentes de leite e a gordura. O objetivo da pesquisa é criar em laboratório diferentes tipos de tecidos humanos que, posteriormente, poderiam ser utilizados em processos de cura e recuperação. Até o momento, já foi realizada com sucesso a síntese de tecidos adiposos, ósseos, musculares e de cartilagem.

No entanto, o trabalho de Mayana esbarra em um limite comum ao campo das células-tronco: “O problema é que não conseguimos que se transformem em células nervosas, ou neurônios funcionais, o que impossibilita o tratamento de várias doenças e condições”, explica Mayana. Para explorar outras possibilidades, seria necessária a utilização de células-tronco embrionárias, onde reside a esperança para a cura de muitas enfermidades graves. Acontece que o caráter ético desse tipo de pesquisa ainda está em debate na nossa sociedade, como veremos na próxima página.





ONDE COMEÇA a Vida?

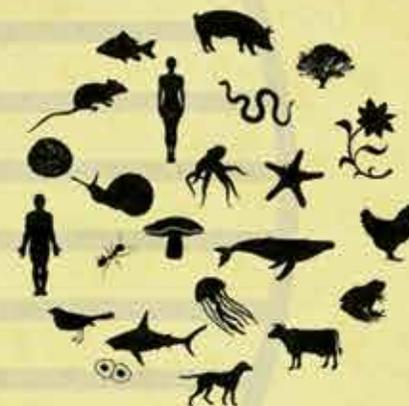
O momento de início da vida não é consenso nem entre cientistas, nem entre filósofos, nem entre religiosos. No campo da medicina, há pelo menos duas dezenas de formas diferentes de determinar qual seria esse instante crucial. Em teoria, a extração de células-tronco de um feto cuja vida ainda não começou não seria uma conduta antiética ou imoral. Contudo, alguns religiosos acreditam que a vida começa já no instante da concepção, quando o espermatozoide fecunda o óvulo.

A questão é complexa: para a ciência, nem sequer existe um momento de fecundação, mas vários, pois o encontro entre óvulo e espermatozoide ocorre em diversas etapas. É necessário um dia inteiro para que os cromossomos do pai e da mãe se misturem, e isso não ocorre de uma só vez. Depois, serão mais três semanas até que esse embrião chegue ao útero da mãe – se isso não acontecer, o feto jamais se desenvolverá.

Existe outro fator de complicação: pela lei de países como Brasil e Estados Unidos, a morte de um ser humano é definida como a ausência de ondas cerebrais, o que vincula a vida à atividade cerebral. Mas a atividade cerebral só tem início na oitava semana de gravidez. E mesmo essa questão é complexa, pois o feto desenvolve neurônios já na quinta semana, embora as primeiras sinapses (contato entre os neurônios) só ocorram na sexta. As reações dos neurônios aos estímulos externos só ocorrerão entre a sétima e a oitava semanas – até então, ele não apresenta qualquer indício de consciência ao que acontece no mundo. É possível argumentar que qualquer um desses estágios (e também outros) marcaria o início de uma vida.

De qualquer forma, os cientistas que buscam na atividade cerebral a origem da vida humana concordam em um ponto: o início da vida só se dá a partir do estabelecimento de conexões neurais. Isso viabilizaria a remoção de células-tronco dos embriões (as pesquisas já feitas utilizaram embriões de três ou quatro dias).

Mas há muitos grupos religiosos que se opõem de forma veemente a esse tipo de pesquisa. Por isso, ainda não existe qualquer tipo de consenso na sociedade como um todo para determinarmos em quais casos seria ou não ético lidar com embriões humanos.



A discussão em torno das células-tronco é apenas a faceta mais conhecida de um conjunto mais amplo de questionamentos que forma uma disciplina à parte: a bioética.

A bioética é um ponto de encontro entre a medicina, a biologia, a filosofia e o direito. Cada campo tem seu papel nessa equação: enquanto a biologia fornece dados sobre o corpo humano para auxiliar a medicina no tratamento e na prevenção de doenças, a filosofia investiga as consequências disso e, assim, informa legisladores e juízes sobre como proceder em situações concretas. As respostas buscadas pela bioética são urgentes, pois podem determinar a vida e a morte dos pacientes.

Além do estudo de células-tronco, a bioética aborda outras questões ligadas à origem da vida, como o aborto e a clonagem. Do outro lado do espectro, no fim da vida, há o debate sobre a eutanásia, a morte proposital em hospitais por opção do próprio paciente, em casos no qual este esteja sofrendo muito e não tenha mais chances de cura.

Bioética

Ainda mais polêmicos são os casos de pessoas que se encontram em estado vegetativo, isso é, que ainda apresentam funções vitais, mas que estão em coma permanente. [Peter Singer](#) é um dos estudiosos da bioética que estuda essa questão. “Se o cérebro não estiver funcionando, mesmo que o seu coração esteja batendo, você não está vivendo sua vida de fato”, ele explica. “Não existe mais ‘você’ – existe apenas um organismo.” Mas não se trata de um consenso, e a questão é agravada pelo fato de que o paciente não apresenta condições de emitir sua opinião.

Os alimentos geneticamente modificados, ou transgênicos, também geram controvérsias. Por um lado, eles possibilitam a criação de plantas mais resistentes a intempéries. Mas existem outros fatores: muitos afirmam que não existem estudos suficientes comprovando que esse tipo de alimento não cause danos à saúde e sobre quais consequências possam acarretar ao meio ambiente.

São temas muito complexos, e cabe a nós enquanto cidadãos buscar informações e ouvir argumentos contrários e favoráveis antes de formarmos nossa opinião.

Peter Singer
(1946)

Filósofo australiano, especialista no estudo da ética da vida e de sua relação com a religião. Conferencista do *Fronteiras do Pensamento* no ano de 2013.



19 DE OUTUBRO, 2097

O despertador de Renato toca precisamente às 6h17 da manhã. Sem abrir os olhos, ele faz um gesto com a mão para que o alarme cesse. Com um movimento da perna, emite outro sinal para acender a luz do quarto. Ele sente o ar quente em contato com o seu corpo. Estamos em 2097, mas a previsão do tempo ainda falha – com tantas mudanças climáticas, não há como ter certeza. Ele ajusta a temperatura do ar-condicionado no relógio, sai da cama e vai até o banheiro.

Enquanto lava o rosto, Renato encara a própria fisionomia no espelho. Não há nada de memorável em sua aparência: só em seu prédio são 14 sujeitos idênticos a ele. Ele deveria se sentir agradecido por isso, pois sabe que dificilmente desenvolverá qualquer tipo de câncer, doença autoimune ou enfermidade mental. Mas se sente abatido já há alguns meses.

Ele sabe o motivo: Renato passou a odiar o seu trabalho. Uma jornada de seis horas diárias que, no fim das contas, resume-se à escolha entre duas palavras de três letras: “sim” ou “não”. Renato é um analista de carga genética, ou, como é popularmente conhecido seu ofício, um “selecionador de bebês”. Cabe a ele examinar, com o auxílio de supercomputadores, a carga genética presente no ventre de cada mulher grávida da cidade. Aquelas que tentam escapar dos testes são condenadas à prisão; as que se submetem a ele correm o risco de terem sua gestação impedida. Na prática, Renato não faz muita coisa – só corrige eventuais erros do computador, que são raros. Mas nos últimos tempos esse trabalho se tornou especialmente doloroso.

Acontece que ele se apaixonou por uma mulher da categoria X-47B. Os dois fizeram planos para o futuro, mas sabem muito bem que a reprodução entre as suas categorias está na tabela de vetos. Os dois podem até se casar, mas jamais poderão ter filhos. E é difícil não lembrar disso quando está no escritório. Renato bem que gostaria de mudar de trabalho, mas sabe que a ideia não passa de um sonho inatingível: em 2097, os clones como ele existem para cumprir uma função predefinida.

O rosto dele segue molhado e as lágrimas se mesclam na pia com a água que cai da torneira.

COMO EVITAR ESSE FUTURO?

A história de Renato não passa de um exercício de imaginação. E nem é dos mais originais: filmes como *Gattaca* e *Eu Sou a Lenda*, a série de TV *Westworld* e o clássico livro *Admirável mundo novo* são alguns dos inúmeros exemplos de ficção científica que imaginam como nosso mundo seria caso escolhas erradas fossem tomadas.

Na vida real, o prognóstico não é tão nebuloso. A história nos ensina que qualquer tecnologia pode ser utilizada tanto para o bem quanto para o mal. A mesma energia nuclear responsável por bombas que causaram milhares de mortes, devastaram cidades e contaminaram imensas regiões fornece eletricidade para casas, escolas, indústrias e hospitais. O mesmo vale para todas as inovações: elas são ferramentas, e cabe a nós decidir para que fins as empregamos.

E já há muitas pessoas trabalhando para evitar uma distopia como a que acabamos de ler. A isso se deve o papel determinante da bioética (ver página 21), que orienta o trabalho de cientistas e de agências de regulação no mundo todo. No Brasil, contamos com a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança, que estabelece normas para os experimentos científicos realizados em nosso país e ajuda o governo a traçar metas e restrições.

É possível argumentar que o maior risco é a eugenia – uma ideologia ultrapassada e sem base científica que defende que alguns grupos étnicos seriam superiores a outros em razão de traços como altura, massa corporal, cor da pele, dos olhos ou do cabelo. A eugenia já provocou grandes tragédias em nossa história, como o holocausto, e aparece – de forma exacerbada – em diversos pontos da história de Renato. Naquele futuro imaginário, algumas pessoas não teriam nem sequer o direito de existir, enquanto outras existiriam para cumprir um papel predeterminado. É uma violação clara de direitos humanos como a igualdade e a livre iniciativa.

Com esse exemplo, aprendemos que há uma receita para evitar um mundo distópico: respeitar os indivíduos e aqueles valores e direitos que sabemos ser essenciais, adaptando as tecnologias a eles, e jamais permitindo que o inverso ocorra.



PREPARAR PARA UM NOVO MUNDO

O nosso mundo está sendo transformado pela biotecnologia. Podemos até não saber, mas ingerimos alimentos geneticamente modificados, realizamos exames que se apoiam em descobertas relativas ao DNA humano e recebemos orientações médicas embasadas pelas pesquisas mencionadas neste fascículo. A ciência do DNA já está mudando nossa vida. Em muitos casos, para melhor.

Mas esses avanços tecnológicos devem ser acompanhados de divulgação e acesso ao conhecimento científico. Esse processo começa dentro da sala de aula, onde os professores preparam seus alunos para um futuro em que a genética e o DNA farão parte do cotidiano. Como ressalta a pesquisadora [Lygia da Veiga Pereira](#), “é importante que as pessoas entendam exatamente o que está acontecendo, porque isso vai ter impacto na sociedade, e essa sociedade tem que decidir como ela vai querer lidar com isso”.

Lygia da Veiga Pereira
(1967)

Cientista brasileira e doutora em Ciências Biomédicas. Conferencista do *Fronteiras do Pensamento* no ano de 2011.

Isso vale para todos os debates citados na página anterior, mas não se limita a eles. Os cidadãos devem se informar até mesmo sobre aqueles casos acima de qualquer controvérsia, como a prevenção do câncer. Uma pessoa desinformada pode se perguntar por que o médico exige um exame de seu colega, mas não dele próprio: “por que o sistema de saúde está disposto a gastar tanto dinheiro com a saúde de outro, mas não com a minha?”. Por outro lado, se essa mesma pessoa compreender o papel determinante do código genético no desenvolvimento da doença, ela entenderá por que não faz parte de um grupo de risco e por que, no seu caso, o exame seria um desperdício de recursos.

Por essa razão, os cientistas e educadores têm hoje um papel fundamental para garantir a coesão de nossa sociedade. “É claro que tenho as minhas opiniões próprias sobre o sequenciamento do genoma, as células embrionárias ou isso e aquilo. Mas, quando me chamam para explicar a ciência, é o meu dever colocar todos os aspectos com transparência, positivos e negativos”, resume Lygia. “Aí, posso convidar a população para discutir o que a gente quer fazer com isso.”

DOIS CENÁRIOS POSSÍVEIS

UM MUNDO DIVIDIDO

No prefácio de seu livro *O gene*, Siddhartha Mukherjee (ver página 10) aponta que todas as terapias e promessas propiciadas pelas terapias genéticas podem esbarrar em um obstáculo: desigualdade de renda, acesso e oportunidades que caracteriza nossa sociedade atual. No livro, ele conjectura a respeito de um futuro no qual os ricos

teriam acesso a melhorias genéticas viabilizadas por tratamentos caríssimos e, assim, adquiririam habilidades sobre-humanas que os tornariam ainda mais ricos. As camadas mais pobres da população, por sua vez, não teriam acesso nem mesmo aos tratamentos médicos que já são possíveis nos dias de hoje, e continuariam sofrendo com as mesmas

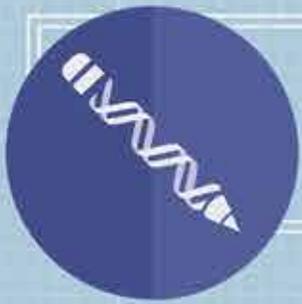
doenças e limitações. É um prognóstico sombrio, mas possível. Para que possam mudar nossa sociedade para melhor, é importante que os avanços da genética e da biotecnologia sejam acessíveis para todos. Caso contrário, estaremos apenas perpetuando o sofrimento de alguns e oferecendo uma vida melhor a poucos privilegiados.

UM MUNDO COLABORATIVO

Talvez você já tenha ouvido falar no “menino da bolha de plástico”. Tratava-se de um garoto americano nascido na década de 1970 e que morreu aos 12 anos de idade. David Vetter sofria de uma doença rara e severa, a SCID (síndrome da imunodeficiência severa combinada), que o tornava especialmente suscetível a qualquer tipo de infecção. Por isso, passou a vida inteira sendo estudado

em um laboratório, onde vivia cercado de plástico e sem contato direto com outros seres humanos. Embora trágico, o caso de David marcou um divisor de águas para a terapia genética. A partir dos estudos realizados com o garoto e com total apoio dos pais dele, os cientistas elaboraram um tratamento genético para curar a doença e permitir que as crianças

portadoras da mesma condição desenvolvam uma vida normal. Os resultados dessa pesquisa hoje apontam para a cura de 100% dos meninos tratados com terapia gênica. É um caso que deve servir de exemplo para o futuro que queremos, pois ele revela os esforços de uma família para impedir que milhares de outras tenham que passar pelo mesmo sofrimento no futuro.



CORRIGIR O PASSADO, CONSTRUIR O FUTURO

Neste fascículo, conhecemos algumas das principais inovações trazidas pelos estudos referentes ao DNA e, mais especificamente, ao genoma humano. Também analisamos a importância da bioética e os riscos de um futuro em que ela não vigore; as maravilhas prometidas pelas terapias gênicas e a possível frustração caso o acesso a elas seja restrito. Com tantos desafios, talvez você tenha se perguntado se os estudos genéticos podem mesmo trazer um futuro melhor. A resposta é simples e direta: sim, sem qualquer sombra de dúvidas.

É inquestionável que o campo da genética seja extremamente complexo, e em muitas situações é difícil avaliar o que é certo ou errado. No entanto, é igualmente inquestionável que as biotecnologias têm um imenso potencial. Alguns de seus frutos estão acima de qualquer contestação – quem poderia ser contra a cura de um câncer ou de uma doença autoimune?

Um exemplo emblemático de unanimidade é a utilização de CRISPR/Cas em tratamentos de enfermidades. Curiosamente, CRISPR não é uma “invenção”: o mecanismo foi detectado no sistema imunológico de bactérias estreptococos. Composto por uma enzima (Cas), que permite que o DNA seja cortado e uma sequência de DNA (CRISPR)

dê instruções sobre a parte a ser cortada, o mecanismo protege a célula contra vírus. Quando detecta alterações indesejadas em seu DNA causadas por esses invasores, a enzima corta o segmento modificado e o descarta, impedindo que a bactéria seja afetada.

Em suas pesquisas, os cientistas perceberam que podiam usar CRISPR para alterar outras sequências de genes. Na prática, isso significa “editar” nosso código genético, removendo as condições para o desenvolvimento de doenças específicas. Para dar uma ideia das possibilidades, já foram realizadas experiências que resultaram em células humanas imunes ao vírus HIV.

As pesquisas com CRISPR estão avançando muito rapidamente. Em poucos anos, é possível que tecnologias baseadas em CRISPR nos ajudem a curar uma série de doenças e a melhorar as condições de vida de milhares de pessoas. Um futuro com mais qualidade e saúde parece estar ao nosso alcance, graças aos avanços da biotecnologia.

19 DE OUTUBRO, 2097

Aqui começa a mesma história, mas de modo diferente. O despertador de Renato toca precisamente às 6h17 da manhã. Sem abrir os olhos, ele faz um gesto com a mão para que o alarme cesse. Com um movimento da perna, emite outro sinal para acender a luz do quarto. Ele sente o ar quente em contato com o seu corpo. Estamos em 2097, mas a previsão do tempo ainda falha – com tantas mudanças climáticas, não há como ter certeza. Ele ajusta a temperatura do ar-condicionado no relógio enquanto sai da cama e vai até o banheiro.

Enquanto lava o rosto, Renato encara o próprio rosto no espelho. Sua aparência é memorável: ao contrário do que alguns pessimistas previam quase um século antes, o mundo não foi tomado por clones. Renato se sente agradecido por isso. Ele não consegue nem imaginar como seria encontrar cópias suas andando por aí. Além disso, já há alguns meses que sente uma alegria renovada.

Ele sabe o motivo: poderia já estar morto, não fosse pelo trabalho de médicos e cientistas. Seis sessões semanais de uma terapia que, no fim das contas, resumia-se a uma pequena injeção especialmente preparada para ele. Renato é um sobrevivente, ou, como se diz popularmente em sua época, um paciente genético. Acometido por uma raríssima doença autoimune, Renato passou dias entre a vida e a morte em um leito da UTI.

Os médicos arregaçaram as mangas e, após análises de laboratório, encontraram uma forma personalizada para editar o seu DNA e corrigir os genes que haviam causado o problema.

Renato está imensamente feliz. Na próxima semana, irá se casar com Maria, a mulher por quem se apaixonou. Os dois fizeram planos para o futuro e sabem que não precisam ter medo de que seus filhos sofram com a mesma doença que acometeu Renato. As terapias preventivas garantirão que, caso eles apresentem os mesmos genes causadores da enfermidade, a correção poderá ser feita antes mesmo que a doença se manifeste. É difícil não lembrar disso quando está no trabalho. A experiência de Renato foi tão transformadora que ele decidiu mudar de ramo e atuar como enfermeiro, auxiliando outros pacientes que passem por situações como a sua.

Enquanto ele lava o rosto, Renato não consegue conter um sorriso.



Você, que faz parte da “Geração Z”, é sujeito e protagonista do mundo no século XXI, com amplo acesso a todos os caminhos da informação. Com a internet e os meios digitais, os relacionamentos, o conhecimento e a educação ganharam um novo cenário. Isso potencializa as oportunidades para que você aprenda e aja para melhorar o mundo, do seu ambiente familiar à nação, do seu bairro ao globo conectado.

Todos temos, dentro de nós, um universo. Formado por células que carregam informações preciosas que determinam como serão nossos corpos e características. A descoberta do ácido desoxirribonucléico, mais conhecido como DNA, foi uma das grandes revoluções da ciência e originou novos campos da medicina como a genética, a biotecnologia e a bioética. A partir de experimentos como clonagem ou edição de código genético, podemos desenhar um futuro distópico ou benéfico para todos. Participe desta discussão que é atual e muito pertinente.

PATROCÍNIO:



PARCERIA INSTITUCIONAL:



REALIZAÇÃO:

