

Ancestralidade: genética, herança e identidade



Lilian Kimura¹, Renan Barbosa Lemes², Kelly Nunes³

¹Pesquisadora do Laboratório de Genômica Populacional Humana, Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

²Pós-doutorando do Laboratório de Genômica Populacional Humana, Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

³Pós-doutoranda do Laboratório de Genética Evolutiva, Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

Autor para correspondência - lkimura@alumni.usp.br

Palavras-chave: ancestralidade genética, testes de ancestralidade, diversidade genética

De onde vieram nossos antepassados? Essa pergunta tem guiado milhares de pessoas em uma busca por suas origens, alimentada pela divulgação de testes genéticos nas redes sociais, comercializados por empresas privadas que oferecem respostas para questionamentos como esse. Assim, os testes de ancestralidade vêm ganhando popularidade, levantando questões importantes sobre seu impacto na ciência e no cotidiano da sociedade. No presente artigo são abordados conceitos de genética de populações que constituem a base para os testes, além de reflexões sobre as possibilidades de aplicação das informações obtidas a partir dos dados genéticos - da expansão do conhecimento sobre a história evolutiva humana aos usos indevidos que podem levar à segregação social.

Ancestralidade e a conexão com a identidade

É muito comum que boa parte de nós, em algum momento, tenha curiosidade sobre nossas origens. Saber de onde são nossos antepassados é revelar a nós mesmos parte de nossa identidade. Mas, quando consideramos a história de miscigenação da população brasileira, a busca por essas origens pode se tornar uma jornada bastante complexa, já que essas referências podem ser tão diversas quanto as relativas ao Japão ou à Itália.

O termo **ancestralidade** é amplo e pode ter múltiplos significados - cultural, religioso e até mesmo político. Embora percebida em diferentes contextos, a ancestralidade está relacionada com o sentido de herança, e expressa a nossa conexão com os nossos antepassados. Do ponto de vista genético, tem um significado mais específico: os ancestrais são os indivíduos dos quais cada um descende biologicamente. A ancestralidade é a informação sobre tais indivíduos numa relação genética.

O desenho de uma árvore genealógica, na qual são retratadas as pessoas e a conexão entre os indivíduos, talvez seja a representação mais intuitiva para sintetizar o conceito de ancestralidade. Porém, partes dessa história podem se perder, uma vez que a reconstrução de uma **genealogia** depende de fatores como a disponibilidade de informações que

se tem sobre os antepassados e o quanto se tem acesso a elas. São raras as populações cujos membros possuam informações genealógicas completas por mais do que três ou quatro gerações, o que dificulta muito rastrear a origem dos antepassados, principalmente em populações miscigenadas, tal qual a brasileira.

Os avanços tecnológicos das últimas décadas têm permitido investigações aprofundadas acerca do nosso material genético, que se tornou uma importante ferramenta para melhorar a compreensão da nossa história evolutiva e ajudar a suprir as limitações dos estudos genealógicos. Por meio de análises de sequências genômicas, que variam entre indivíduos e populações, tornou-se possível fazer inferências mais precisas em relação aos movimentos migratórios da espécie humana pelos continentes, bem como sobre a ancestralidade genética, isto é, a origem de um indivíduo e de seus antepassados, inferida com base no DNA.

Variantes genéticas e inferência de ancestralidade

Resgatar nossas origens com base no DNA só é possível devido à variação genética existente. O principal mecanismo que gera essa variação é a mutação, processo que leva a alterações na sequência de nucleotídeos do DNA e que pode ocorrer espontaneamente ou por meio da ação de agentes externos

Genealogia - Diagrama que representa as conexões familiares de um indivíduo, por meio de símbolos interligados por linhas.

(substâncias mutagênicas, raios ultravioleta, entre outros), indicando que o DNA de qualquer um de nós está sujeito a sofrer mutações e apresentar variantes genéticas. Estima-se que a cada geração, em média, 175 novas variantes genéticas podem surgir em um indivíduo. A maioria dessas variantes ocorre em células somáticas, não reprodutivas, diploides, que possuem dois conjuntos cromossômicos completos e não são transmitidas para seus descendentes. Apenas mutações que ocorrem em células germinativas que produzem gametas, dotados do conjunto haploide do material genético, podem ser transmitidas aos descendentes, podendo aumentar de frequência ao longo de gerações e se tornar parte do conjunto de variantes de uma população.

Mutações podem ocorrer em qualquer parte do genoma, tanto nas regiões codificadoras, as que envolvem os genes, como nas não codificadoras. Mas, as variantes genéticas resultantes só se tornam frequentes quando resistem aos processos evolutivos pelos quais poderiam ser eliminadas pela seleção natural ou por deriva genética. Indivíduos e seus genomas estão sujeitos a pressões seletivas do ambiente, a seleção natural, e possuem chances diferentes de gerar descendentes devido às probabilidades distintas de sobrevivência ou por questões de fertilidade; por consequência, variantes genéticas não vantajosas podem desaparecer em uma ou poucas gerações. Já pelo processo de deriva genética, variantes podem se tornar raras ou muito frequentes em uma população, devido a mudanças aleatórias nas frequências alélicas de uma geração para outra decorrente do acaso na distribuição dos gametas, e que não estão relacionadas a pressões seletivas.

Podemos, então, nos perguntar o quanto o acúmulo dessas variantes genéticas pode refletir em diferenças entre indivíduos e grupos populacionais. Desde a década de 1990, vários estudos têm buscado responder a essa questão, e todos apontam para os mesmos resultados: (i) genomas de quaisquer indivíduos tomados ao acaso são 99,9% semelhantes; (ii) do 0,1% de diferenças observadas, a maior parte (93-95%) é decorrente da variação casual proveniente do processo de muta-

ção que ocorre a cada geração, e uma pequena parcela (5-7%) corresponde a variações resultantes de histórias evolutivas distintas entre indivíduos de regiões/continentes diferentes; isso quer dizer que apenas uma fração mínima do genoma pode ser, de fato, informativa sobre a origem geográfica de um indivíduo e/ou de seus ancestrais.

Para inferir a ancestralidade genética de uma pessoa, é preciso olhar exatamente essa pequena fração do genoma (0,1%), com foco especial nos 5-7% desses que diferem entre populações. Parte-se da premissa de que indivíduos com ancestrais comuns (um ou vários) tendem a compartilhar um número maior de variantes genéticas. Da mesma forma, grupos populacionais de uma mesma região geográfica ou continente tendem a apresentar mais variantes genéticas em comum entre si do que com grupos de regiões/continentes distintos e mais distantes geograficamente, evidenciando que as populações mais próximas passaram pelos mesmos processos de deriva genética e pressões seletivas e, portanto, compartilharam uma mesma história durante o processo de evolução. Porém, embora possa ser detectada, a diferenciação genética entre indivíduos e/ou grupos populacionais é extremamente sutil e pode ser um gradiente, ou seja, observa-se um gradiente de variação genética entre os grupos populacionais, sem diferenças abruptas, fazendo com que, do ponto de vista genético, as delimitações geográficas entre continentes ou países não sejam nítidas, refletindo, em parte, a história dos movimentos de migração e interação entre os grupos. Portanto, é preciso prudência na interpretação e na utilização de informações genéticas, como detalhado adiante.

Marcadores moleculares de ancestralidade

A ancestralidade genética de um indivíduo pode ser inferida a partir do estudo de diferentes tipos de marcadores moleculares, como chamamos as variantes genéticas com papel informativo para diversos estudos. Os

mais utilizados são os polimorfismos de base única, ou SNPs (do inglês *single nucleotide polymorphisms*), as inserções ou deleções de uma ou mais bases nucleotídicas (INDELs) e os microssatélites, sequências curtas de 3-7 nucleotídeos que se repetem sucessivamente e que variam em número de repetições entre os indivíduos.

Esses marcadores podem estar localizados nos 22 pares de cromossomos humanos autossômicos, nos cromossomos sexuais que, na espécie humana são denominados X e Y, e no DNA mitocondrial. Os marcadores autossômicos apresentam herança biparental, na qual um indivíduo herda um do lado paterno e outro do materno; o cromossomo Y apresenta herança uniparental, e é transmi-

tido ao longo das gerações apenas pelos indivíduos do sexo masculino; o cromossomo X dos indivíduos do sexo masculino sempre é herdado das mães, enquanto os indivíduos do sexo feminino herdam um cromossomo X de cada genitor; e o DNA mitocondrial também tem padrão de herança uniparental, sendo transmitido apenas pelo lado materno, aos indivíduos de ambos os sexos (Figura 1). Esses diferentes padrões de herança permitem que a ancestralidade seja revelada sob diferentes pontos de vista: o cromossomo Y conta a origem dos ancestrais masculinos; o DNA mitocondrial, dos ancestrais femininos; e os autossomos e o cromossomo X, a história conjunta com todas as nuances de miscigenação.

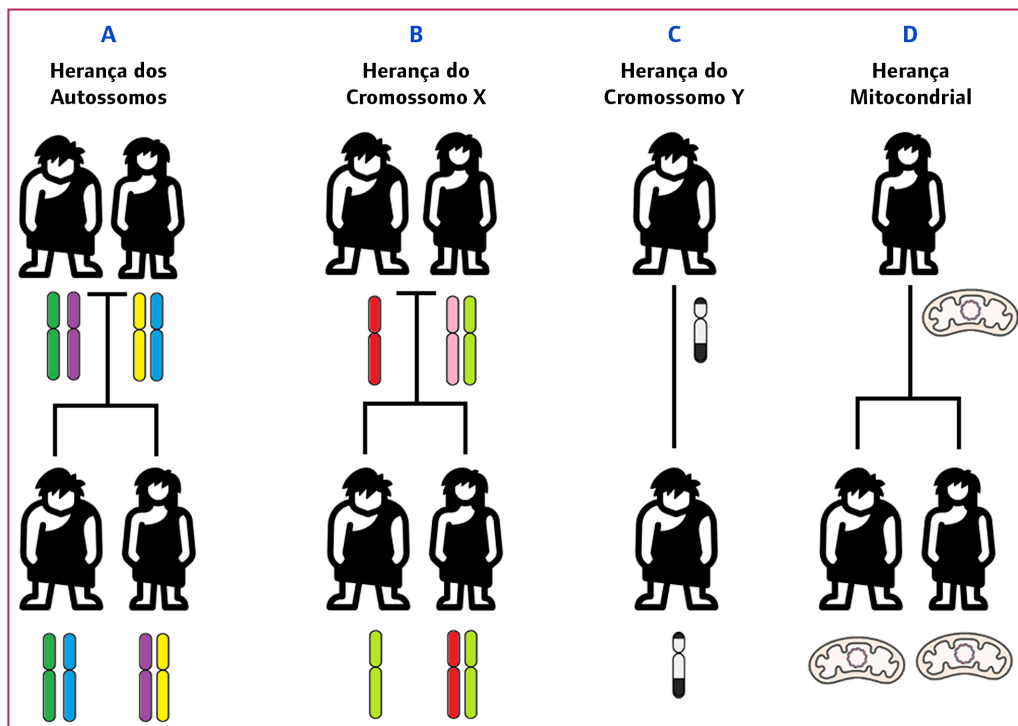


Figura 1.

Na figura estão representados os padrões clássicos de herança do DNA. **(A)** herança biparental dos cromossomos autossômicos; os cromossomos dos pais são transmitidos para os filhos aleatoriamente. **(B)** herança do cromossomo X; um indivíduo do sexo masculino transmite seu cromossomo X apenas para as filhas e os indivíduos do sexo feminino, que possuem dois, aleatoriamente os transmitem para filhos e filhas. **(C)** herança uniparental do cromossomo Y, que é transmitido ao longo das gerações apenas pelos homens. **(D)** herança uniparental do DNA mitocondrial; neste caso, a transmissão é materna, e as mulheres transmitem o DNA mitocondrial para filhos e filhas. Figura autoral utilizando ícones do PowerPoint e do BioRender.com (<https://biorender.com/>).

Conforme dito anteriormente, as diferenças genéticas entre os indivíduos e grupos populacionais são muito pequenas, por isso os marcadores e as análises a serem aplicadas aos estudos de ancestralidade genética são escolhidos para maximizar diferenças e tornar a análise mais precisa. Atualmente há duas abordagens principais para esses estudos.

A primeira abordagem busca selecionar um pequeno conjunto de marcadores ao longo do genoma com frequências alélicas muito distintas entre os grupos populacionais, o que permite, por cálculo de probabilidade simples, inferir a origem de um indivíduo. Esse conjunto de marcadores é conhecido como painel de ancestralidade, e os marcadores em si, como marcadores informati-

vos de ancestralidade, ou AIMs (do inglês, *ancestry informative markers*). O número de marcadores dos painéis varia entre dezenas e centenas, a depender do quão diferentes forem os grupos populacionais que irão referenciar as ancestralidades testadas. Esses painéis são amplamente utilizados e, devido ao seu baixo custo, ganharam notoriedade como ferramenta auxiliar nos estudos de genética forense, quando, por exemplo, tem-se a amostra de DNA, mas falta qualquer outra informação sobre o indivíduo em questão.

A segunda abordagem utiliza dados genômicos em larga escala: microarranjos com centenas de milhares de marcadores genéticos, sequenciamento de **exomas** ou de genomas completos. Nesse caso, é importante destacar que apenas uma parcela muito pequena dos marcadores são AIMs; assim, para inferir a ancestralidade, são necessárias metodologias de análise mais robustas, que levem em consideração os padrões de variação ao longo do genoma. Os dados em escala genômica têm como vantagem possibilitar, além da inferência da ancestralidade, investigações de padrões demográficos associados. Exemplos: redução dos tamanhos populacionais, padrões de migrações, número de eventos migratórios.

A popularização dos testes de ancestralidade

Os estudos de ancestralidade genética têm suas bases em pesquisas tradicionalmente realizadas em renomadas universidades ou instituições acadêmicas e por muito tempo ficaram restritas a perguntas científicas específicas - por exemplo, como se deu o povoamento do continente americano ou qual o grau de miscigenação de uma determinada população.

Desse modo, os testes de ancestralidade comercializados por empresas privadas atendem a uma importante demanda de mercado, possibilitando que qualquer pessoa possa saber sobre suas origens ancestrais mais prováveis, com base em sua informação genética. No entanto, o valor monetário do teste,

que atualmente custa em média 100 dólares, ainda é proibitivo para a maior parte da população, restringindo o acesso do produto às pessoas com maior renda. Mesmo assim, de acordo com dados das quatro principais empresas internacionais que comercializam testes de ancestralidade, mais de 26 milhões de consumidores fizeram testes em 2018, e estima-se que, em 2021, esse número chegue a 100 milhões.

A motivação para a procura pelos testes varia desde o desconhecimento sobre os ascendentes recentes. A maioria das empresas oferece o serviço direcionado à busca por parentes, algo atrativo para pessoas que foram adotadas e que desejam saber sobre seus pais biológicos, ou por falta de informação histórica mais detalhada sobre um lado da família, ou até mesmo simples curiosidade. Não podemos descartar que a divulgação da ancestralidade de pessoas famosas, revelada pelo DNA, também se tornou um chamariz publicitário para que pessoas comuns de uma população busquem suas origens.

Apesar da facilidade para a obtenção dos dados genéticos, frequentemente surgem dúvidas a respeito dos resultados, que muitas vezes são disponibilizados com explicações vagas, dificultando a real compreensão do cenário revelado pelo teste pois, em geral, basta fornecer uma amostra de saliva e enviar para a empresa contratada, de acordo com as instruções fornecidas. Então, fica a pergunta: o que os testes de ancestralidade realmente conseguem nos contar e com qual precisão?

Primeiro, é preciso entender que a ancestralidade genética pode ser informativa em diferentes escalas temporais e que isso pode interferir no grau de precisão das inferências. Em outras palavras, dependendo do número de gerações passadas consideradas, diferentes capítulos da nossa história podem ser revelados, e quanto mais antigos forem esses capítulos, eles aumentam a chance de imprecisões a respeito. Hoje, os testes de ancestralidade prometem revelar não somente de que continente, sub-região de um continente, ou mesmo de um país, nossos antepassados vieram, mas também têm o potencial de mostrar as relações de parentesco entre indivíduos. Ao inferir ancestralidade, o

Exoma - fração do genoma que corresponde ao conjunto de éxons, as sequências codificadoras do material genético (DNA). O exoma representa de 1,5-2,0% do nosso genoma.

isolamento restrito a um período de tempo/ gerações é condição para uma inferência ser mais ou menos precisa, uma vez que, quanto mais gerações se volta no tempo, menor será a contribuição de um antepassado à geração atual.

Sob a perspectiva da genética, as relações de parentesco podem ser compreendidas à luz dos seguintes fatos: nosso DNA é 50% idêntico ao do nosso pai e 50% ao da nossa mãe e, portanto, dizemos que compartilhamos

50% do nosso DNA com cada um deles; e esse compartilhamento fica em torno de 25% com cada um dos avós maternos e paternos (Figura 2). Dessa forma, conforme gerações cada vez mais antigas são consideradas, percebemos que nosso genoma é formado pela contribuição de vários antepassados e o grau de compartilhamento de DNA com cada ascendente (ou com indivíduos que compartilham os mesmos ascendentes - tal como nossos primos) deve ser proporcional ao nível de parentesco.

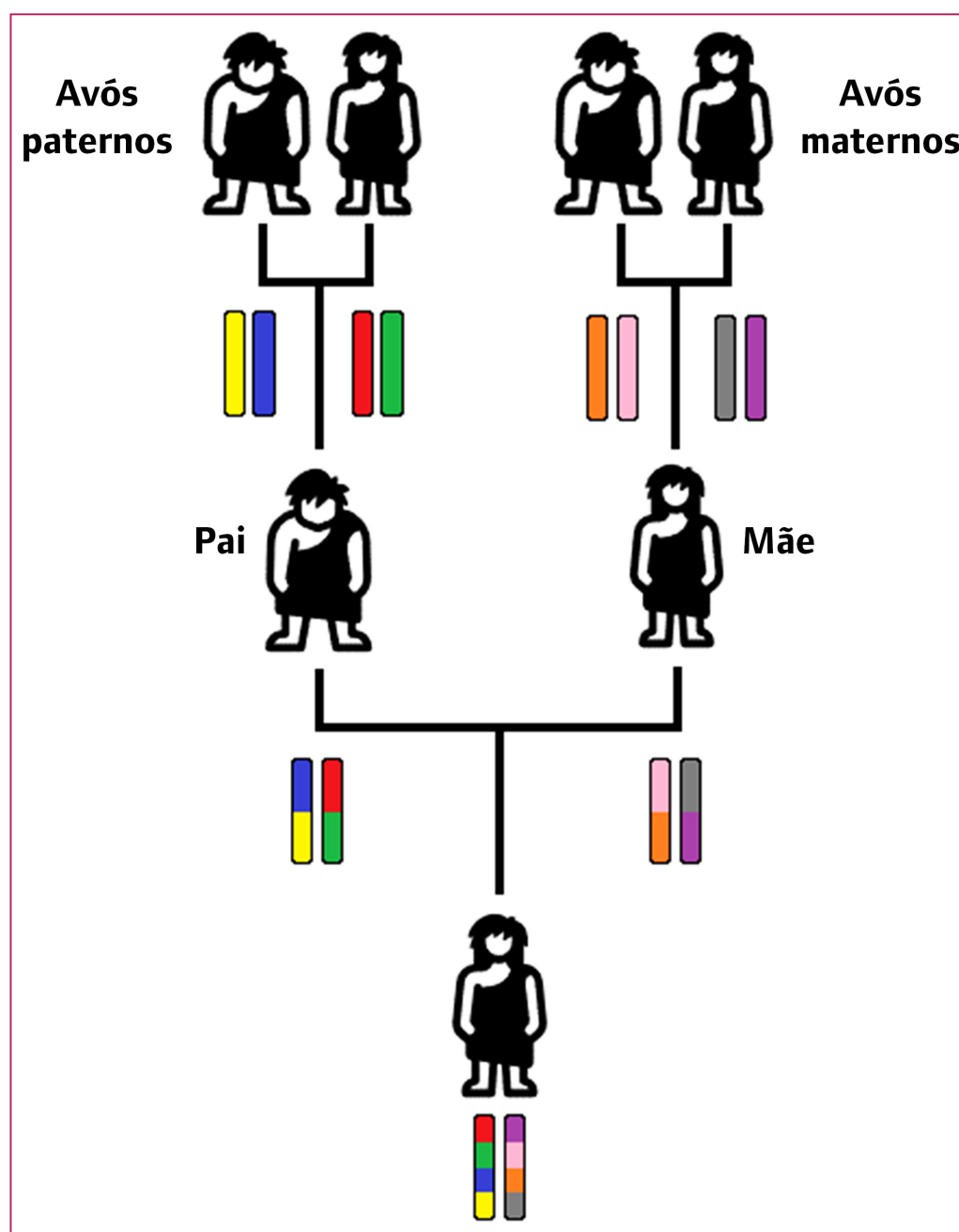


Figura 2. A figura mostra esquematicamente o compartilhamento do material genético ao longo das gerações em uma genealogia. O DNA está contido nos cromossomos representados por barras coloridas, nas quais cada cor se refere à origem da sequência. Se tomarmos como referência o indivíduo na parte inferior da figura, podemos notar que seu material genético é cerca de 50% idêntico ao de seus pais e 25% ao de seus avós. Figura autoral utilizando ícones do PowerPoint.

Diferentes medidas podem ser usadas para estimar relações de parentesco, como o número e o tamanho de fragmentos genômicos compartilhados entre indivíduos, ou as proporções observadas e esperadas de **lócus em homozigose**. Quanto mais remota é a relação de parentesco, menor é o grau de compartilhamento de DNA entre as pessoas. Conseqüentemente, os testes para detectar a relação de parentesco conseguem identificar com alto grau de precisão conexões como pais, avós, tios, sobrinhos e primos em primeiro grau, e com muito menor precisão vínculos mais distantes como primos em terceiro, quarto e quinto graus.

E a origem geográfica de nossos antepassados? Para inferir de onde nossos antepassados vieram é preciso comparar o nosso DNA com o de pessoas que vivem em outros continentes. A comparação não é feita diretamente com um grupo ancestral, mas sim com pessoas contemporâneas a nós. Há uma premissa importante a ser considerada: tanto nossos ancestrais, como as pessoas com as quais seremos comparados, devem ter uma história em comum e devem ter vivido na mesma região geográfica em algum período no passado; sendo assim, nossos DNAs compartilharão variantes genéticas que permitirão atribuir uma origem comum.

Essa informação tem impacto nos resultados dos testes comerciais, uma vez que a precisão deles está diretamente relacionada com duas informações presentes nos bancos de dados usados para as comparações: o número e a representatividade geográfica das amostras dos indivíduos que são usadas para fazer as inferências. Em geral, utilizam-se bancos públicos como o do Projeto 1000 Genomas (<https://www.internationalgenome.org>) e o do CEPH-HGDP (http://www.cephb.fr/en/hgdp_panel.php), mas algumas empresas e grupos de pesquisa investem na construção do próprio banco de dados. Certamente, esse é um dos principais fatores que fazem com que os resultados e o grau de precisão sobre a origem geográfica variem de empresa para empresa, ou de estudo para estudo.

E se o teste contar uma história diferente do esperado?

Os testes de relação de parentesco e de ancestralidade também podem revelar algumas surpresas. É cada vez mais frequente a adesão aos testes não apenas por um indivíduo, mas também por seus familiares; ou ainda, as empresas oferecem a opção de encontrar parentes entre os outros clientes, ou disponibilizam as informações ao indivíduo para que ele possa acessar outros bancos de dados em busca desses possíveis familiares. Assim, não são raros os relatos de pessoas que descobrem, por meio do teste de relação de parentesco, falsa paternidade ou que encontram meios-irmãos ou pais desconhecidos.

O filme de longa-metragem "De repente pai" (Delivery Man, do diretor Ken Scott, 2013) retrata os possíveis efeitos dessas descobertas. No filme é contado que um único doador de esperma é o pai biológico de 533 filhos. Desconsiderando os exageros de Hollywood, cada vez mais relatos reais aproximam-se da história desenvolvida para o cinema. Um exemplo ganhou destaque na mídia em 2019: cerca de 30 indivíduos fizeram testes de relação de parentesco na empresa 23andMe e descobriram que são meios-irmãos, filhos biológicos de um mesmo doador; foi promovido um encontro na região da Baía de San Francisco na Califórnia (EUA) para se conhecerem, e muitos sabiam que foram gerados por fertilização artificial com doador anônimo, porém, alguns não. Esse caso serve de lembrete: o nosso DNA é mesmo revelador, e ele não tem como esconder informações, ou seja, os testes podem ser uma caixinha de surpresas e é preciso estar ciente de que às vezes a história contada sobre uma família e sua origem pode ser um pouco diferente da que se conhece ou acredita-se conhecer.

Lócus em homozigose -

Regiões do DNA em que as sequências herdadas dos genitores masculino e feminino são idênticas, ou seja, o indivíduo possui duas cópias iguais desse trecho de DNA.

Outra situação recorrente é a pessoa esperar uma dada ancestralidade em seu genoma e não a encontrar, ou descobrir uma ancestralidade incompatível com a história que ela conhece. Aqui, abrimos um leque de possibilidades: (i) como discutido, dependendo do banco de populações parentais utilizado, haverá maior ou menor capacidade de detectar um dado grupo/origem geográfica; (ii) determinados grupos populacionais ainda estão pouco representados nos bancos de dados disponíveis para comparação, especialmente as populações indígenas, o que exige cautela na interpretação dos resultados; (iii) alguns grupos populacionais, como os europeus, apresentam intensa história de migração dentro do continente, e o alto grau de fluxo gênico entre esses povos dificulta distingui-los; (iv) por fim, devido ao embaralhamento e distribuição ao acaso dos cromossomos na meiose, ancestralida-

des mais remotas podem ser perdidas, uma vez que o tamanho do segmento de DNA herdado de um ancestral será cada vez mais reduzido quanto mais distante for o parentesco do ascendente, aumentando, por sua vez, a probabilidade do segmento não ser transmitido à próxima geração.

É de se supor que os resultados inesperados coloquem em dúvida a confiabilidade dos testes comerciais. Vale dizer que as empresas e laboratórios privados, em sua maioria, são altamente capacitados tecnicamente para gerar dados de qualidade. No entanto, a análise desses dados e a interpretação dos resultados são fatores críticos para a compreensão das informações pelo público e, justamente por não ser trivial, as simplificações e/ou falta de esclarecimentos podem levar a entendimentos equivocados e controversos.



Para onde vão os dados pessoais e o que acontece com eles?

Uma vez que os **dados genéticos** são gerados pelos laboratórios e empresas, vem atrelada uma preocupação: como serão armazenados esses dados e o que será feito com eles? Afinal, as informações genéticas de uma pessoa são capazes de identificá-la com uma especificidade até maior que uma série de identificadores pessoais, como o nome, os números do RG e do CPF ou uma fotografia.

Quando uma empresa ou um laboratório recebe a amostra de uma pessoa, é gerado um código identificador que garante a anonimização durante o processo de genotipagem, análise e armazenamento dos dados, que podem ser, inclusive, criptografados. Os computadores e servidores onde são depositados esses dados normalmente possuem sistemas de segurança robustos para evitar o acesso não autorizado às informações armazenadas. Além disso, é comum que as informações genéticas e os dados pessoais do indivíduo sejam armazenados em locais distintos e relacionados apenas pelo código identificador. Assim, no caso de alguém ter acesso indevido aos dados, não será possível relacionar diretamente as informações genéticas à pessoa a quem elas pertencem, reduzindo significativamente a utilidade da informação extraída.

Apesar de todo esse sistema de anonimização e segurança, existe uma crescente preocupação com o compartilhamento de dados, e embora os usuários tenham que consentir formalmente para esse compartilhamento, a preocupação não é completamente infundada. Alguns episódios tiveram destaque na mídia e acenderam um sinal de alerta. Em 2017, uma companhia israelense relatou o vazamento de dados de milhões de pessoas que haviam submetido seu material genético para estudos de ancestralidade. Em 2019, uma empresa estadunidense admitiu que compartilhou, por ordem judicial, dados genéticos de seus clientes com o FBI no intuito

de auxiliar na identificação de suspeitos de crimes. No mesmo ano, outra companhia, pioneira em testes comerciais de ancestralidade, anunciou que assinara um contrato com uma gigante farmacêutica, o que despertou ainda mais o desconforto da mídia em relação ao destino e à segurança das informações geradas por essas empresas.

A possibilidade de apropriação dos dados genéticos por empresas ou planos de saúde causa sérias inquietações aos seus usuários, visto que esses dados podem ser utilizados para identificar indivíduos com risco genético acima da média para manifestar determinadas condições de saúde, tornando-se um pretexto para cobrar mais caro pela contratação de um plano por essas pessoas. Na mesma linha de raciocínio, empresas poderiam usar como critério de seleção de seus funcionários que atendam a determinados critérios genéticos, a exemplo do que acontece no filme *Gattaca* - A Experiência Genética; no longa estadunidense de 1997, o protagonista é impedido de realizar seu sonho de ser astronauta por ser considerado inválido, ou seja, geneticamente imperfeito por ter sido gerado naturalmente, sem interferência de técnicas de manipulação do DNA que o livrasse de qualquer intercorrência de saúde ligada aos genes.

O vazamento ou a exposição de informações como os dados genéticos sem consentimento é um assunto bastante sensível e comprometedor, pois fere os direitos fundamentais de liberdade e privacidade previstos em nosso sistema legislativo. No Brasil, desde agosto de 2018, vigora a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais - LGPD (LEI Nº 13.709), que visa o resguardo de informações pessoais, incluindo os dados genéticos, em quaisquer meios. A legislação, portanto, é um importante instrumento de prevenção contra o uso indevido de informações sem o devido consentimento.

Todavia, não há motivos para que as pessoas deixem de participar de pesquisas ou que não devam fazer os testes genéticos oferecidos comercialmente. A contribuição dos voluntários nas pesquisas é de vital importância para os avanços na ciência, podendo trazer benefícios para a sociedade como um todo,

Dados genéticos - Refere-se ao subconjunto de genótipos de um indivíduo detectados nos testes genéticos por meio do uso de kits comerciais ou por outras plataformas utilizadas nos laboratórios de pesquisa.

e a realização do teste deve ser ancorada em decisões pessoais. Mas, é preciso transparência em todas as etapas dos processos, tanto das empresas que oferecem os testes como dos grupos de pesquisa, que também têm obrigação de oferecer segurança no armazenamento dos dados.

Todas as instituições de pesquisa, independentemente de serem públicas ou privadas, devem apresentar um termo de consentimento livre e esclarecido, submetido à avaliação de um comitê de ética, no qual deve constar o propósito da coleta do material; como os dados gerados serão armazenados; em que circunstâncias eles podem ser utilizados; e se a pessoa está de acordo com o termo.

Empresas idôneas, que oferecem comercialmente os testes de ancestralidade e busca por parentes, devem ter as necessárias políticas de proteção à privacidade, que compreendem uma série de diretrizes nas quais os clientes são informados sobre o uso, tratamento, armazenamento dos dados e autorização de contato. No caso específico de serviços como a busca por parentes, algumas empresas oferecem a opção daqueles que encontram algum grau de parentesco genético possam entrar em contato por e-mail; ao contratar esse serviço, os clientes concordam com os termos e ficam cientes de que as empresas responderão judicialmente, de acordo com a lei vigente em cada país, ao descumprirem essas políticas. Vale a pena comentar, também, que o intuito inicial da coleta (ancestralidade e busca de parentes) precisa ser esclarecido, incluindo o propósito de eventuais terceiros que usem o dado de forma individual ou agregada. Afinal, a empresa pode ser idônea, mas os terceiros, com quem se compartilha, podem fazer mau uso dos dados. Um exemplo análogo ocorreu com os dados de indivíduos que utilizavam a rede social Facebook compartilhados com a empresa Cambridge Analytics, que, por sua vez, utilizou os dados com a finalidade de influenciar de forma personalizada a opinião de eleitores nos EUA (<https://g1.globo.com/economia/tecnologia/noticia/entenda-o-escandalo-de-uso-politico-de-dados-que-derrubou-valor-do-facebook-e-o-colocou-na-mira-de-autoridades.ghtml>).

Ancestralidade e raça

Do ponto de vista das ciências sociais, a ancestralidade, em sua pluralidade de definições, tem conexão com a identificação cultural de um indivíduo, e em diversos momentos flerta com a temática racial. Neste artigo, porém, trataremos do assunto apenas do ponto de vista biológico, com o intuito de trazer reflexões sobre o tema e de que forma os estudos da ancestralidade genética conectam-se nesse cenário.

O conceito biológico de raça pode ser traduzido de forma objetiva quando se leva em conta dois aspectos: (i) a quantidade de diferenciação genética entre dois ou mais grupos; e (ii) a existência de mais de uma linhagem evolutiva, ou seja, uma população de organismos caracterizada por uma linha contínua de descendência. Ambos podem ser aplicados a espécies de quaisquer organismos de forma objetiva, evitando questões culturais e antropocêntricas.

O biólogo evolucionista Alan Templeton, da Universidade Washington, em Saint Louis, Missouri (EUA), vêm estudando o tema há décadas e argumenta que o grau de diferenciação genética entre grupos humanos, mesmo em nível continental, é extremamente baixo e que, mesmo em uma escala de tempo de dezenas de milhares de anos, não há evidência de divisão da espécie em linhagens; consequentemente, não há evidências biológicas de raças em humanos. Por exemplo, quando as mesmas análises são aplicadas a chimpanzés, os parentes evolutivos mais próximos aos humanos, é fácil notar as diferenças genéticas entre grupos, além de poder separá-los em linhagens evolutivas distintas.

Templeton também questiona a forma tradicional de classificar os hominídeos (*Homo erectus*, *Homo sapiens*, *Homo neanderthalensis*, *Homo denisova* etc.) como espécies distintas, já que as diferenças entre elas é mínima e pode ter havido interações que resultaram em descendentes viáveis. Exemplificando, em 2018, um estudo genômico conduzido pelos paleogeneticistas Viviane Slon e Svan-

te Pääbo, do Instituto Max Planck para Antropologia Evolutiva de Leipzig (Alemanha), revelou que um fragmento ósseo encontrado numa caverna no Monte Altai na Rússia pertencia a uma menina, chamada carinhosamente de Denny, que viveu há 90.000 anos atrás, cujo pai era um Neanderthal e a mãe Denisova. Além disso, testes de ancestralidade revelaram que descendentes atuais de povos não africanos apresentam proporções de 2-5% de ancestralidade Neandertal e/ou Denisova em seus genomas. Essa é uma evidência praticamente irrefutável de que esses grupos humanos arcaicos e modernos deixaram descendentes férteis e, portanto, do ponto de vista biológico, são da mesma espécie.

Sabemos, no entanto, que a ideia de separar os humanos em grupos, usando o termo **raça**, na qual as pequenas diferenças entre as populações são exaltadas, leva a consequências políticas, sociais e econômicas reais de categorização e discriminação, que fazem parte da vida cotidiana de indivíduos de muitas nações, inclusive do Brasil. Por isso, o uso de interpretações equivocadas sobre o conhecimento científico atrelado ao racismo é visto com muita preocupação e precisa ser esclarecido e combatido.

Para entender as bases do racismo científico, é preciso voltar para meados do século 18. Em 1735, em seu livro *Systema Naturae*, Carl Linnaeus propõe classificar a espécie humana no reino animal, e seus indivíduos em “tipos” ou “variantes”, de acordo com a origem continental: *Europaeus albus*, *Americanus rubescens*, *Asiaticus fuscus* e *Africanus niger*. Apenas na 10ª edição do livro, em 1758, essa classificação foi substituída e ele sugeriu outra, de acordo com características como cor da pele, traços físicos, comportamento, modo de vestir, sistema de governos etc. Ao adicionar esses atributos comportamentais, culturais e políticos, os fatores puramente geográficos e ambientais foram afastados. Essa mistura arbitrária de algumas características físicas, culturais e políticas acabou criando as bases para o racismo científico. Assim, ao longo dos últimos três séculos, a falta de um pensamento crítico e o uso de conceitos científicos incorretos têm sido utilizados para apoiar o racismo. Nesse cenário, **raça** é uma construção social de categorização de pessoas que

pode mudar com o tempo e mesmo entre lugares. Portanto, é um conceito definido pela sociedade, e não pelos nossos genes.

Não é por acaso que a maioria dos cientistas tem buscado demolir o conceito de **raça** biológica para a espécie humana. Aparentemente, na contramão desse combate, os testes de ancestralidade, que classificam os indivíduos dentro de grupos continentais - africanos, europeus, asiáticos - têm se tornado mais populares e acessíveis, ganhando força e destaque na mídia. Essa aparente contradição requer uma análise cuidadosa para que os dados genéticos não sejam utilizados de forma leviana, podendo levar ao afloramento de comportamentos segregacionistas fundamentados em pequenas variações no DNA que jamais poderiam sustentar a divisão biológica de grupos populacionais humanos em raças.

A utilização dos dados de ancestralidade genética como respaldo científico para validar a classificação de indivíduos a um determinado grupo racial é imprudente e precipitada. É preciso compreender que o conceito de ancestralidade genética não é soberano, pelo contrário, está sujeito a nuances que não permitem que as classificações dos grupos sejam estanques. De fato, existem diferenças sutis observáveis na diversidade genética entre grupos ancestrais, que podem se refletir em consequências biológicas como variação de características normais (morfologia,



cor de pele etc.) ou mesmo patológicas, por exemplo, fibrose cística é mais prevalente em europeus e, anemia falciforme, em africanos. Essas diferenças são importantes em especial para o diagnóstico em medicina de precisão que busca adequar a prática médica (diagnóstico e tratamento) ao indivíduo baseando-se na utilização de testes genéticos. Porém, essa diversidade genética não assume diferenças morais, sociais ou qualquer outra característica que permita o ranqueamento de grupos, algo utilizado e promovido pelos movimentos racistas.

Outro ponto que também precisa ficar claro é que indivíduos de populações miscigenadas, como a brasileira, geralmente apresentam ancestralidade complexa. Essa mistura de composição genética ancestral não invalida como o indivíduo se percebe cultural e socialmente. Deve-se ressaltar que, no contexto sociocultural, a ancestralidade é um conceito amplo e complexo, e os dados biológicos não estão diretamente relacionados a questões sociais de classificação de grupos, como identidade e pertencimento.

A grande importância dos estudos de ancestralidade genética é o seu uso como ferramenta para recuperar parte importante da nossa história perdida. Por exemplo, apesar de haver um vasto registro histórico sobre o número de africanos que foram traficados oficialmente ao Brasil entre os anos de 1535 e 1888, existem grandes lacunas de informações sobre regiões de origem e de destino dos indivíduos, que foram perdidas ou simplesmente queimadas ao longo de séculos. Pode-se também resgatar parte das informações genéticas sobre os povos originários indígenas que foram dizimados durante o processo de colonização do Brasil e continuam a ser dizimados até hoje.

Lições que nossos pais e avós nos ensinaram

Não há como negar que a popularidade dos testes de ancestralidade genética tende a aumentar. A ressalva é ponderar seu uso

e compreender seu valor. Em uma reportagem de um portal de notícias, tratando justamente da temática dos testes, Ailton Krenak, líder indígena, ambientalista e escritor, traz uma pertinente reflexão: qual seria o impacto sobre a coletividade e na melhoria da qualidade de vida das pessoas saber sobre sua ancestralidade revelada pelo DNA? Em uma sociedade já tão dividida e polarizada por questões como a cor da pele, não seria esse dado mais um ponto a favor da segregação?

Por esse ponto de vista, estaríamos atribuindo ao DNA o papel de único detentor de memórias, sendo que elas podem estar presentes em outros campos da vida, como no conhecimento sobre o preparo dos alimentos, aprendido com os antepassados; ou nas danças e tradições, que são ensinadas pelos avós; ou ainda, nas histórias familiares que são contadas ao longo das gerações.

Sem obviamente desconsiderar a importância das pesquisas científicas sobre a composição genética brasileira e o valor recreativo dos testes comerciais, talvez seja o momento de enxergarmos a ancestralidade como uma esfera mais ampla da nossa existência, e que o conhecimento nos conecta com o que somos em um fluxo contínuo que faz parte da história evolutiva humana. A ancestralidade, sob um ponto de vista social, mais do que compartilhamento de variantes no DNA, estaria relacionada com o legado que os nossos antepassados nos deixaram.

Para saber mais

MATHIESON, I; SCALLY, A. What is ancestry? *PLoS Genetics*, vol. 16 (3), p. 1-6, 2020.

MEYER, D. (2017). *Existem raças humanas?* Disponível em: <<https://darwinianas.com/2017/01/17/existem-racas-humanas/>> Acesso em 21/04/2021.

TEMPLETON, A. Biological races in humans. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Science*, vol. 44 (3), p. 262-271, 2013.

WASHINGTON UNIVERSITY IN ST. LOUIS (1998). *Genetically Speaking, Race Doesn't Exist In Humans*. Disponível em: <https://www.eurekalert.org/pub_releases/1998-10/WUis-GSRD-071098.php> Acesso em 21/04/2021.