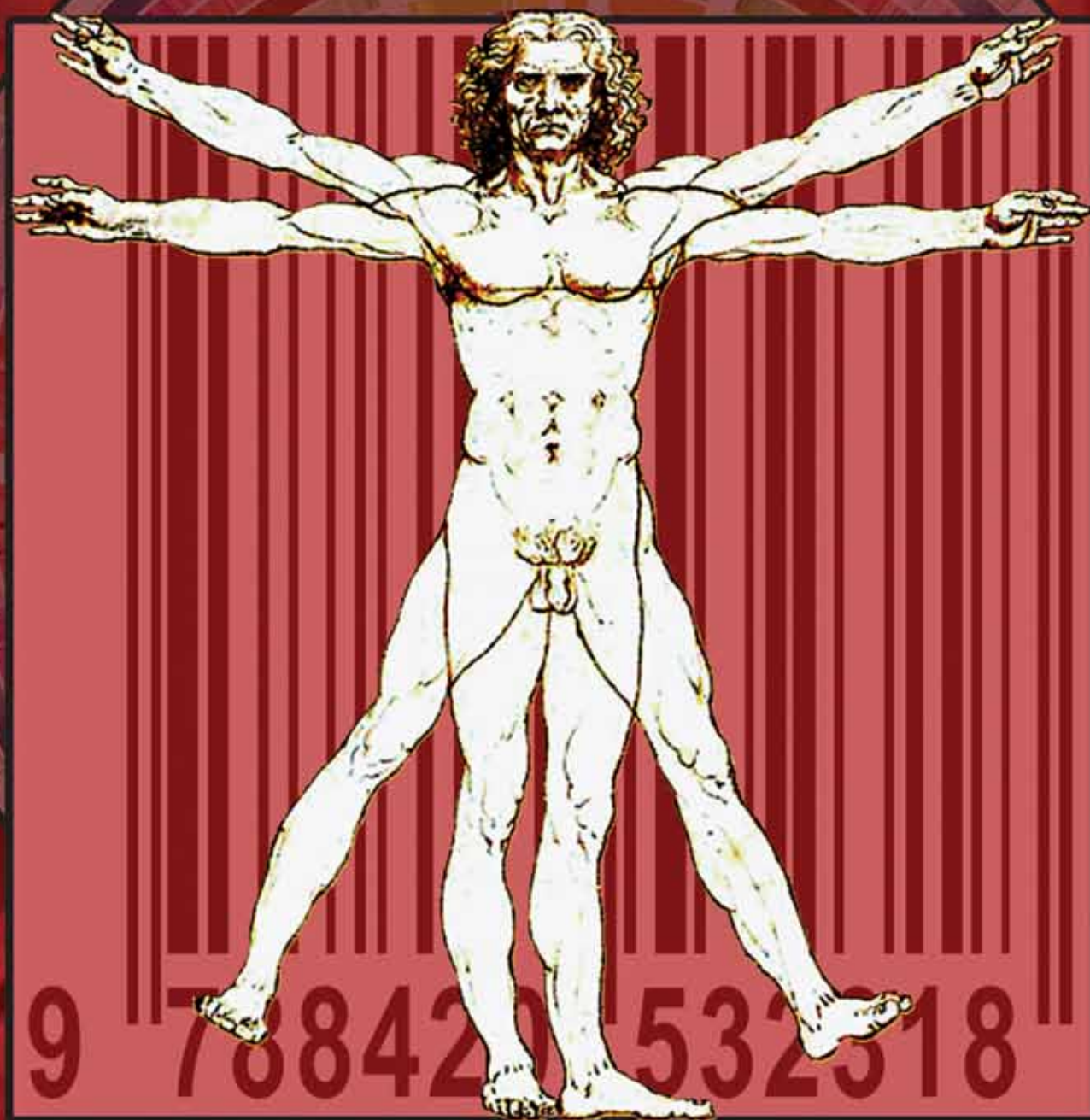


GENÔMICA

CONTEÚDO
LIVRE
DE PROPRIEDADE
INTELLECTUAL



**Controle sobre
os seres vivos**

Apresentação

A ASA Brasil e a Rede Ecovida de Agroecologia estão promovendo, juntamente com o Centro Ecológico e o apoio e colaboração de entidades parceiras, a série Novas Tecnologias, com seis publicações. A (1) foi Nanotecnologia - a manipulação do invisível; a (2) teve como tema Biologia Sintética - fabricando novas formas de vida; a (3) trata da Geoengenharia - aposta arriscada contra a crise climática; e a (4) de Genes Climáticos - mais uma falsa solução. Esta (5) traz o tema Genômica - controle sobre os seres vivos; e, por fim, a (6) Controle Corporativo - transformando a vida em mercadoria.

O objetivo é disponibilizar informações sobre o desenvolvimento técnico e comercial das novas tecnologias e seus impactos na agricultura, na alimentação e na saúde, bem como as consequências sociais, ambientais e econômicas de suas possíveis utilizações.

Acreditamos que, democratizando o acesso a esse tipo de conhecimento, estamos estimulando o debate público sobre as novas tecnologias e sobre as perspectivas de implementação de uso pelas grandes corporações transnacionais, assim como sobre os meios e formas de regulamentação dessas tecnologias no País.

Outono de 2010

Promoção:

ASA Brasil
Rede Ecovida de Agroecologia

Produção:

Centro Ecológico

Apoio:

Fundação Heinrich Böll

Organização:

Maria José Guazzelli
Julian Perez

Design e diagramação:

Amanda Borghetti

Conteúdo

Genômica – Controle sobre os seres vivos

Introdução	1
1. O que é a genômica	2
2. Por que é importante conhecer a genômica?	6
Quem tem o controle	7
Questões éticas	15
3. Mapas genômicos	17
O Projeto Genoma Humano	19
4. A genômica na medicina - amostragem de DNA	22
Projetos de caça das variações	24
Outros contextos de coleta de amostras de DNA	32
5. O que se pode fazer em relação à genômica?	36

A leitura das revistas *Nanotecnologia - a manipulação do invisível*, *Biologia Sintética - fabricando novas formas de vida*, *Geoengenharia - aposta arriscada contra a crise climática* e *Genes Climáticos - mais uma falsa solução* auxilia a entender melhor o tema da genômica.

Elas estão disponíveis gratuitamente em

<http://www.centroecologico.org.br/novastecnologias.aspx>

Para obter exemplares impressos o contato é centro.serra@centroecologico.org.br

A grande maioria das informações apresentadas neste texto são adaptações ou transcrições parciais dos seguintes documentos:

— Grupo ETC. *Pruebas personales de ADN y el mito de la medicina personalizada: kits para muestras de saliva, chips SNP y genómica humana*. 2008.

http://www.etcgroup.org/upload/publication/pdf_file/GenomixSpitKitsSpaFin.pdf

— Grupo ETC. *La nueva agenda genómica*. Comunicué 72. 2001.

<http://www.etcgroup.org/upload/publication/241/02/nuevaagendagenomica.pdf>

— Ribeiro, Silvia. *La biopiratería humana como espectáculo*. La Jornada. 2005.

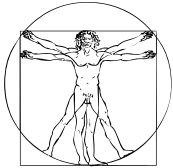
<http://www.jornada.unam.mx/2005/06/25/021a1pol.php>

— Ribeiro, Silvia. *La farsa del mapa genómico de los mexicanos*. La Jornada. 2009.

<http://www.jornada.unam.mx/2009/05/23/index.php?section=economia&article=026a1eco>

— Colectivo Coa - Rede em Defesa do Milho. *Ferramentas para semear autonomía*. Revista Biodiversidade, sustento e culturas nº 64. 2009. <http://www.grain.org/biodiversidad/>

CAPA: Montagem com fotos de Stock.xchng e Wikimedia Commons



Genômica:

Controle sobre os seres vivos

Introdução

A genômica, uma nova tecnologia que surgiu nas décadas finais do século 20, com inúmeras promessas, estuda o conjunto de genes (o genoma) de cada ser vivo.

O estudo dos genomas e suas variações é realmente uma ciência altamente promissora. Mas não do ponto de vista da prevenção e da previsão de doenças, como declaram seus promotores, senão como o grande salto qualitativo para acumular lucros na voraz indústria farmacêutica transnacional e no negócio da assistência médica privada.

Desde que se anunciou que o sequenciamento do genoma humano estava completo, a indústria farmacêutica está aguardando as descobertas da genômica para se apropriar delas mediante o sistema de patentes. Com o acúmulo de informações já obtidas, a pressa é de traduzi-las em aplicações para a humanidade, de preferência com um valor comercial.

O objetivo não é exatamente a saúde da humanidade ou o controle de doenças, mas o desenvolvimento de produtos que tenham alto valor comercial segundo a moda do momento, as necessidades dos Estados, ou dos empregadores.

Existe uma agenda genômica que passa quase despercebida, que, além de poder gerar grandes lucros para as indústrias, pode significar uma ameaça para a sociedade: drogas para o melhoramento do desempenho humano e medicamentos que possibilitem controlar os 'dissidentes'. Uma forma de racismo genético, pois isso significa que alguém se outorga o direito de decidir que características humanas são aceitáveis ou não. E supõe que as diferenças humanas 'problemáticas' (físicas, sociais ou ideológicas) podem ser resolvidas com medicamentos. Isso converte a discussão sobre a genômica em um assunto eminentemente político.

A partir dos dados obtidos pelo Projeto Genoma Humano, as promessas da genômica se multiplicaram: promete a detecção, a prevenção e o tratamento de inúmeras doenças.

Ao mesmo tempo, expõe a vulnerabilidade da população. Em um contexto no qual os testes genéticos não têm regulação nem padronização, o conhecimento das particularidades genéticas de cada indivíduo pode permitir preconceitos, como a ideia de determinismo genético, o eugenismo, a estigmatização e a discriminação pela condição genética. Em 1997, a UNESCO elaborou uma "Declaração sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos", mas deixou de fora temas de grande impacto como a propriedade intelectual, através da qual é possível patentear genes humanos.

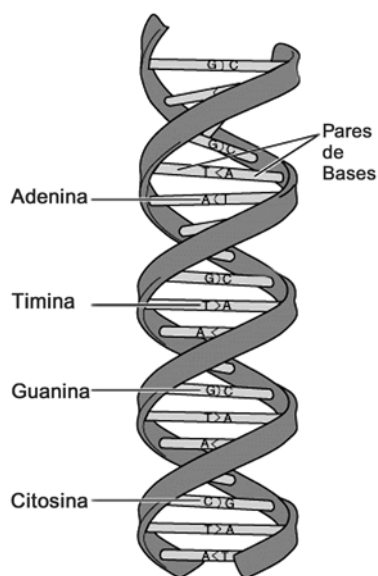
É um tema que afeta nosso presente e futuro enquanto indivíduos e sociedade. Precisamos conhecê-lo melhor para poder participar e influir no processo.

Este material, obviamente, não esgota o assunto, mas dá uma ideia geral da situação atual e futura e levanta possibilidades do que se pode fazer.

1. O que é a genômica

A genômica é um ramo do conhecimento da genética. É uma tecnologia bem recente que estuda a estrutura, as funções e as interações do genoma de seres vivos. Esse conjunto dos genes é transmitido de uma geração a outra através da herança genética.

O estudo do genoma, que é o conjunto total dos genes de uma espécie viva em particular, permite descrever como as espécies são constituídas em seu nível mais básico, o da informação molecular. Os genes são os segmentos de DNA que codificam informações para formar proteínas que, por sua vez, irão realizar funções nos organismos. A genômica abre inúmeras possibilidades de aplicações na medicina, mas também na agricultura, criação de animais, processos industriais, etc.



O que é mesmo o DNA?

O DNA é uma molécula longa encontrada nas células de todas as formas de vida, desde os vírus até os seres humanos. A molécula de DNA contém o código da informação genética - os genes - ou seja, contém as instruções genéticas para o desenvolvimento e funcionamento de qualquer forma de vida. Essas informações são responsáveis pelo comando da atividade das células e pelas características hereditárias, isto é, as que passam de uma geração para a outra. Cada molécula de DNA contém vários genes arranjados em linha ao longo da molécula.

Pode-se imaginar o DNA como duas fitas paralelas em forma de dupla espiral. Essas fitas, em todos os seres vivos, são formadas por uma sequência de 4 bases, a **adenina**, a **timina**, a **citossina** e a **guanina**. Essas quatro bases são representadas pelas suas letras iniciais: **A, T, C e G**. Elas se arranjam aos pares – a adenina faz par com a timina (**A-T**) e a citossina faz par com a guanina (**C-G**).

Pode-se imaginar, também, que o DNA é como uma escada em caracol, em que os degraus são formados pelos pares de bases.

O código genético de um ser vivo é determinado pela ordem, ou pela sequência, de pares de bases ao longo das fitas paralelas. A espessura do DNA é medida em nanômetros¹, enquanto o comprimento pode alcançar até alguns metros. Como ele é todo enrolado, parecendo um novelo de lã, cabe dentro de cada célula. No ser humano, praticamente cada célula tem as 2 fitas de DNA, cada uma delas com o comprimento de 3 bilhões de bases.

O DNA coordena a fabricação dele mesmo (sua duplicação), assim como a fabricação de outros componentes das células, como, por exemplo, as proteínas.

¹ 1 nanômetro = 1 bilionésimo de 1 metro.

Como funciona o Código Genético

O corpo humano conta com 20 aminoácidos diferentes, que se unem em diferentes sequências, para constituir as distintas proteínas necessárias à sua estrutura e funcionamento. O organismo humano pode sintetizar milhares de diferentes proteínas.

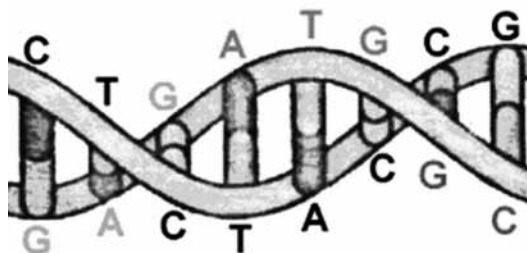
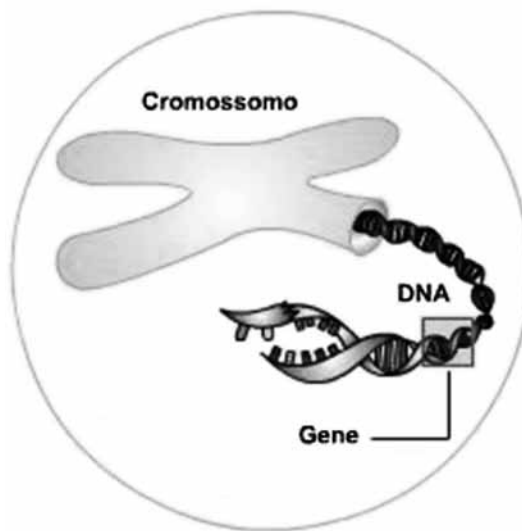
A instrução para que as células fabriquem uma proteína específica é dada por um segmento da cadeia de DNA contendo uma sequência específica de bases.

Isso é o que constitui o gene: um segmento de DNA que contém a mensagem completa para a síntese de uma proteína.

Na linguagem química do código genético, um gene funciona como uma “frase”, cujas letras seriam as quatro bases A, C, G e T.

Cada conjunto de 3 bases (codons), na sequência ao longo da “corda” do DNA, seriam as “palavras”, as quais sinalizam às células um determinado aminoácido a ser usado na síntese da proteína.

Desvendar o sequenciamento das bases dentro do DNA, para cada organismo, é desvendar o seu código genético, o “segredo” de sua formação e de seu funcionamento, pois o DNA é o “manual de instruções” usado pela célula.



E o que é mesmo o genoma?

Cada célula dos seres vivos leva dentro de seu núcleo uma “biblioteca” (o **DNA**). Essa biblioteca tem milhares de “livros” (os **genes**), cada um deles com as informações necessárias para a preservação das características da espécie e para definir as características individuais, como a cor da pelagem dos animais, ou da pele dos seres humanos. Esses “livros” trazem ainda as informações certas para manter o corpo todo funcionando. O conjunto de todas essas informações, capazes de produzir um ser vivo, é chamado de genoma.

As proteínas, produzidas pelos genes e não pelo DNA, são as principais biomoléculas reguladoras e sinalizadoras de um organismo vivo. Elas se organizam em enormes redes funcionais, que interagem entre si, determinando a forma e o modo de funcionar de cada célula. Também determinam como as distintas células se organizam na estrutura e funcionamento conforme cada tecido, cada órgão, e, finalmente, o próprio corpo humano em seu conjunto.

Todos os seres vivos, desde os maiores até as bactérias, têm genoma. As doenças hereditárias também estão escritas no genoma. A metade do genoma que é herdado vem do macho, e a outra metade, da fêmea.

A genômica obtém o mapeamento e o sequenciamento dos genomas de diversos organismos e também trata da expressão dos genes sob distintas condições. As técnicas de sequenciamento de genes, de mapeamento de genomas, de armazenamento dos dados obtidos e de análises bioinformáticas foram estabelecidas nos anos 1970-1980, quando se conseguiu pela primeira vez sequenciar o genoma completo de um vírus.

Para que o estudo de genomas completos pudesse ser feito, foi necessário desenvolver dois novos processos tecnológicos: a automatização do sequenciamento das bases (nucleotídeos) que compõem o DNA, e a produção de ferramentas computacionais (softwares), desenvolvidas pela bioinformática, para a análise dessas grandes quantidades de dados. Isso porque o funcionamento de um organismo é um sistema altamente

complexo, onde as moléculas desempenham suas funções por meio de uma infinidade de interações com outras moléculas que estão dentro e fora das células.

Mas, o fato de conseguir penetrar profundamente nos detalhes da composição genética, como a genômica faz, não necessariamente leva a entender o conjunto de seu funcionamento.

As tecnologias, os recursos biológicos e os bancos de dados gerados pela pesquisa sobre o genoma terão grande impacto nas indústrias relacionadas à biotecnologia, como a farmacêutica, a agricultura, a produção de energia, o tratamento do lixo, a despoluição ambiental, entre outras.

Por sua vez, os estudos da genômica humana prometem uma nova medicina, na qual: será dada ênfase à prevenção da doença, em vez do tratamento do doente, porque se conhecerão as condições que podem desencadeá-la; surgirão novas tecnologias clínicas, baseadas nos diagnósticos de DNA; aparecerão novos tratamentos, baseados em novas classes de remédios; surgirão novas técnicas imunoterápicas; será viável a substituição de genes defeituosos através da terapia genética; serão produzidas drogas medicinais através de organismos geneticamente modificados.

Foto: U.S. National Library of Medicine (NLM)



O genoma humano

O genoma humano contém a informação básica necessária para o desenvolvimento físico de um ser humano completo. Tem cerca de 25.000 genes, que codificam a grande maioria das proteínas humanas. O corpo humano tem trilhões de células, que se renovam constantemente ao longo da vida do indivíduo.

Cerca de 99,8% dos dados genéticos são comuns a todas as pessoas. Para a genética, não faz sentido falar em raças. Mas, esse 0,2% significa cerca de 6 milhões de diferenças, cujas combinações são matematicamente suficientes para moldar seres muito diferentes.

E aproximadamente 97% do genoma humano não exerce nenhuma função aparentemente conhecida. Há uma grande quantidade de informações no genoma que não serão genes. Supõe-se que essa grande maioria de informações sirva de elemento de controle para a expressão dos genes onde e quando seja necessário.

Parecia mais simples, mas, quanto mais se pesquisa, mais os cientistas se dão conta de que há fatores extremamente complexos. Eles estão se vendo obrigados a olhar cada vez mais para a complexidade, não por querer, mas porque acabaram forçados a isso. Por exemplo, alguém pode ter todos os genes que indicam leucemia, mas não desenvolver a doença.

As predisposições genéticas a doenças identificadas no estudo de genomas não são determinísticas. Não existe determinismo genético. Pouquíssimas doenças são monogênicas, ou seja, um só gene determina a ocorrência da doença - uma delas é a síndrome de Down. Pode-se ter uma tendência, mas a regulação, dentro do organismo, da expressão dos genes é super complexa.

É tão complexa que muito pouco já se conhece. Antes, se pensava que um gene era responsável por formar uma proteína, que, por sua vez, teria uma determinada propriedade. Hoje, se sabe que cada gene pode formar em torno de 20 diferentes proteínas. E que também há uma interação entre eles, além de uma interação com o ambiente e com substâncias químicas no corpo.

Assim, ainda estamos longe de conseguir entender toda essa complexidade!

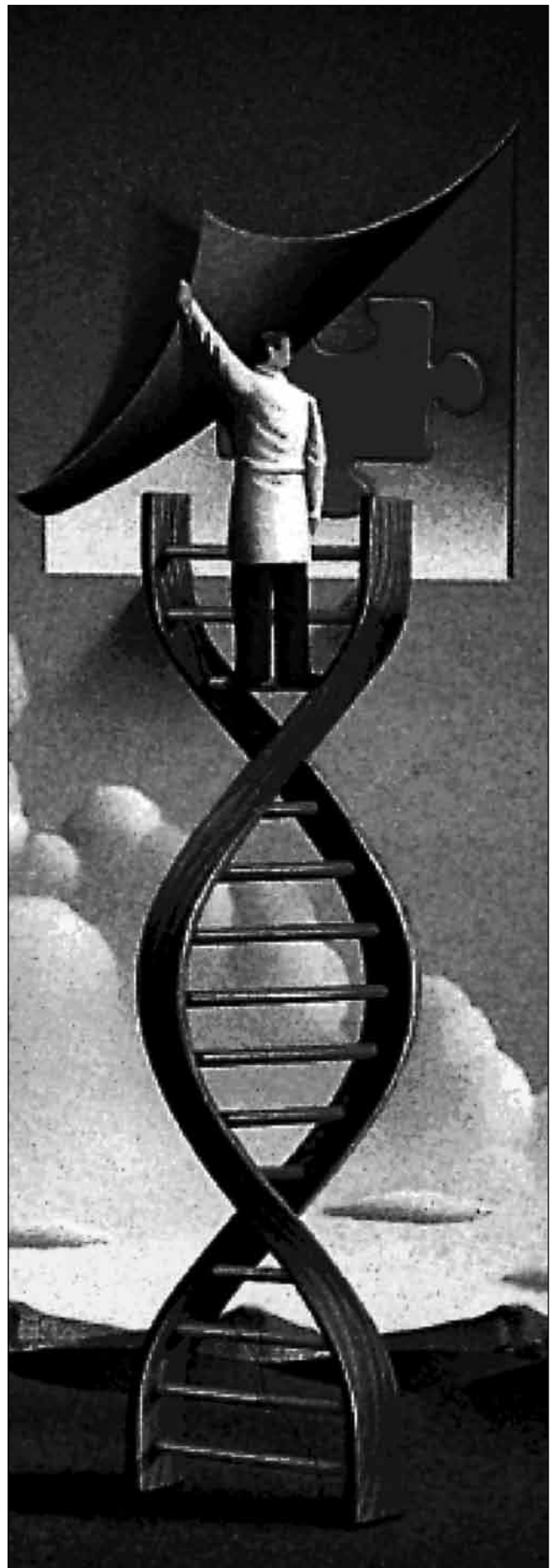


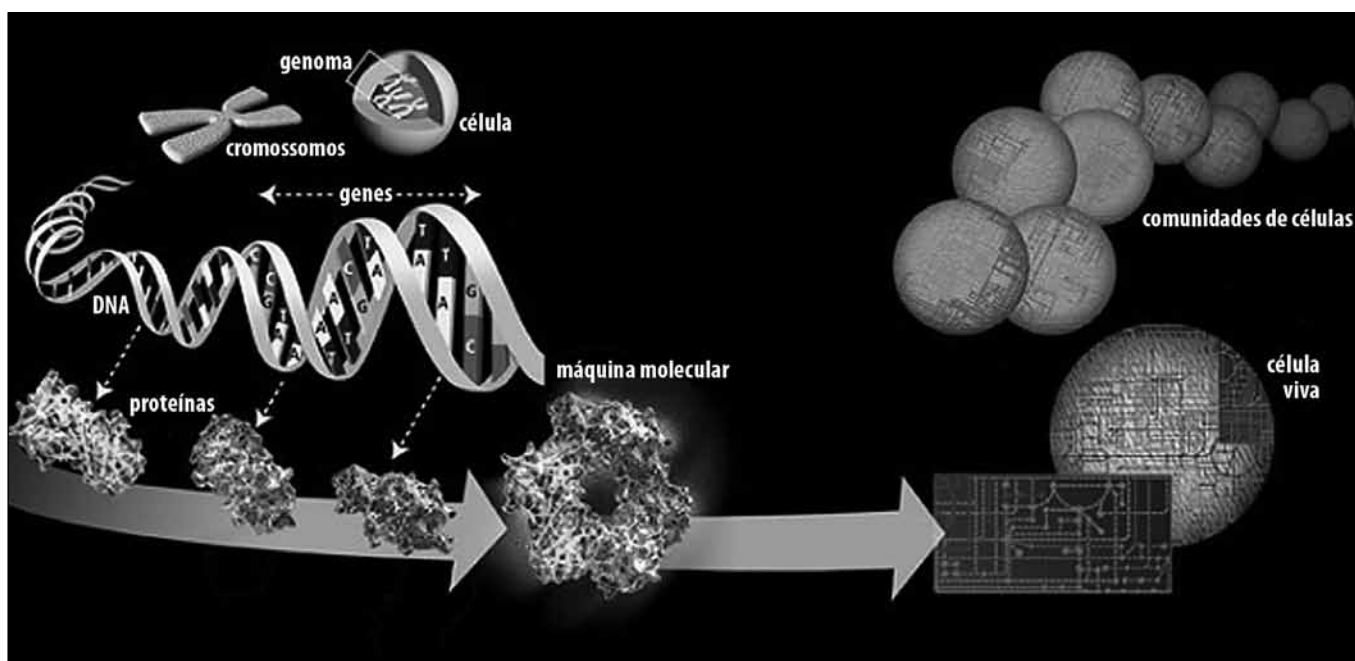
Ilustração: <http://environmentalethics-1.blogspot.com/>

2. Por que é importante conhecer a genômica?

Para alguns, incluindo o Departamento de Energia do governo dos Estados Unidos, o genoma completo é visto como uma “máquina molecular” que pode ser estudada, manipulada, e aplicada (como na biologia sintética, por exemplo).

A genômica, especialmente a humana, é um tema que está na moda. Não porque vá resolver os problemas de saúde da grande maioria das pessoas — provocados fundamentalmente pela má alimentação, falta de água limpa e outros fatores, produtos da exploração e da marginalização em que vivem, e não devido a seus genes — mas pelos enormes lucros que as transnacionais farmacêuticas esperam conseguir com o patenteamento de novas drogas derivadas da “farmacogenômica” (drogas desenhadas segundo a composição genética dos pacientes).

A altamente divulgada “medicina personalizada” baseia-se na crença de que um dia, não muito distante no futuro, será possível detectar e tratar doenças de acordo com um perfil genético individual. A ideia é que variações no nosso DNA determinam nossa suscetibilidade ou resistência a doenças, e também como reagimos, de forma benéfica ou prejudicial, a um medicamento particular.



Fonte: Do DNA à Vida, Departamento de Energia dos Estados Unidos, 2006

Quem tem o controle

Há uns 20 anos, pesquisadores de universidades de países do Norte global se dedicam à caça de genes humanos, fundamentalmente de populações indígenas, portadores de deficiências e grupos geograficamente isolados, para descobrir diferenças mínimas em seus genomas que possam indicar tendências para resistir — ou ser mais propenso — a determinadas enfermidades.

Longe de serem projetos altruístas para atender aos problemas de saúde desses grupos, quem detém a tecnologia, e os meios para usar essa informação, são poderosas farmacêuticas transnacionais (ou de setores afins) que esperam encontrar novas drogas “best-seller” e monopolizá-las através de suas patentes. Não necessariamente como medicamentos: a maior fonte de receitas da indústria farmacêutica são as drogas para gente sadia. Por exemplo, se pesquisa em nome de atender à diabetes, mas o resultado é vendido dez vezes mais como uma droga para reduzir o peso.

As 10 maiores companhias farmacêuticas representaram 55% do total das vendas de medicamentos em 2006.

Em 2007, os principais atores na geração de dados de DNA estão apresentados no quadro a seguir.

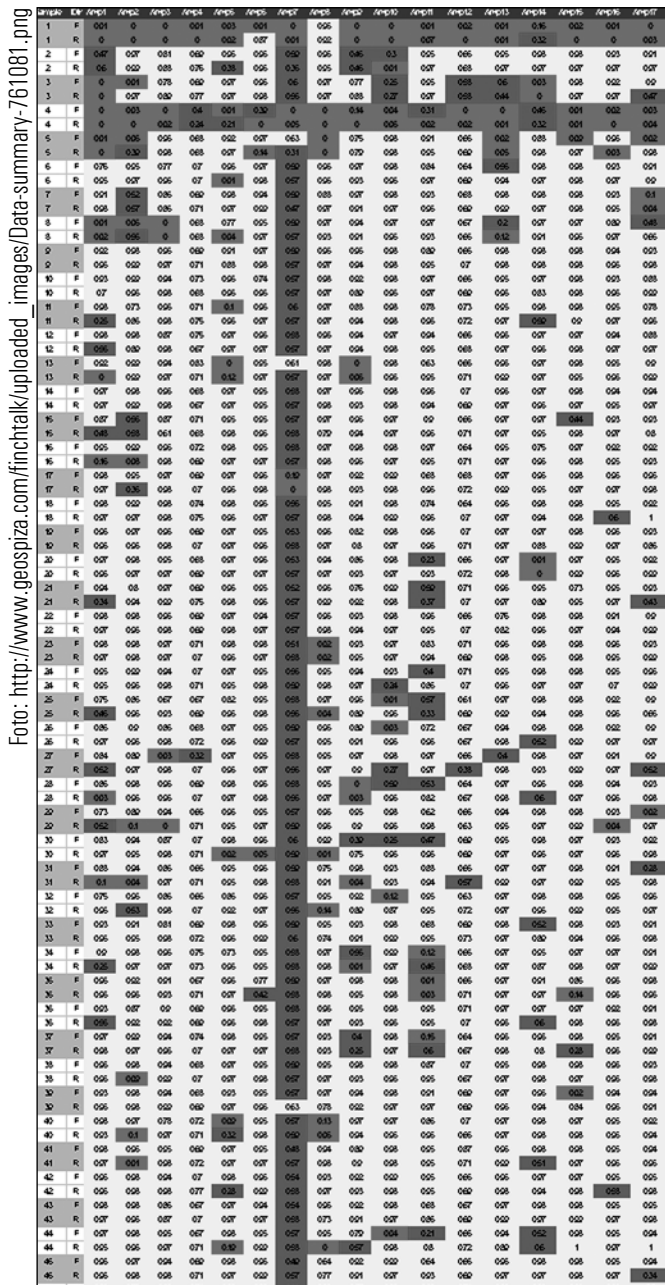


Foto: Tanya / Stock.xchng

Principais Atores na Geração de Dados de DNA

Companhia	Vendas em 2007 (milhões de dólares)	O que fazem etc.
1. Roche Diagnostics Division	7.800	Em 2007, a Roche comprou: a 454 Life Sciences, a NimbleGen e a BioVeris.
2. Agilent Technologies	5.420	Tecnologia de micromatrizes de expressão de gene
3. Invitrogen / Applied Biosystems, Inc. pro forma	3.375	Invitrogen, uma companhia de sequenciamento de DNA, comprará a ABI, uma companhia de micromatrizes
4. Beckman Coulter	2.761	Fabrica sistemas de instrumentos para testes biomédicos, testes e suprimentos
5. Bio-Rad Laboratories (só os segmentos de ciência da vida e diagnósticos clínicos)	1.447	Fabrica testes biológicos, incluindo chips de proteína e kits para diagnóstico clínico
6. PerkinElmer (só os segmentos de ciências da vida e analítica)	1.327	Vende micromatrizes e escâneres de micromatrizes, software de análise genômica, kits para diagnóstico de doença
7. Affymetrix	371	Micromatrizes, tem uns 22% de participação na Perlegen Sciences (companhia de sequenciamento de genoma)
8. Illumina	367	Fabricante de chip de genes. Fundiu-se com a Solexa, uma companhia de sequenciamento de genes, no início de 2007. Pagou 90 milhões de dólares para acertar ações por infração de patentes com a Affymetrix
9. MDS Analytical Technologies	352	Adquiriu a Molecular Devices Corp. em 2007. Escâneres e software de análises para micromatrizes
10. Caliper Life Sciences	141	Vende chips de RNA, DNA e expressão de proteínas – principalmente para companhias farmacêuticas para descoberta de medicamentos

Fonte: Grupo ETC, informação das companhias, Bio-IT World



Para conseguir obter informações que façam algum sentido entre os milhares que estão disponíveis, são necessários computadores enormes, sofisticados, porque a quantidade de informações é imensa. As grandes empresas que produzem hardware e software têm divisões específicas para genômica ou atenção à saúde. As maiores são a Hewlett Packard e a IBM.

Os principais atores em software, hardware, processamento, armazenamento e análise de dados de DNA, que têm a capacidade de armazenar os dados e fazer esses dados terem sentido, estão listados no quadro a seguir.

Principais Atores em Software, Hardware, Processamento, Armazenamento e Análise de Dados de DNA

Companhia	Vendas 2007 (milhões de dólares)
1. Hewlett-Packard (EUA)	104.286
2. IBM (EUA) (IBM Global Technology Services, vendas 2007 = 36.103 milhões de dólares)	98.786
3. Microsoft (EUA)	51.122
4. Fujitsu Limited (Japão)	43.249
5. Apple (EUA)	24.006
6. Oracle (EUA)	22.430
7. Google (EUA)	16.594
8. General Electric Healthcare (EUA)	16.562
9. Sun Microsystems (EUA)	13.873
10. Infosys Technologies (Índia)	3.090

Fonte: Grupo ETC, baseado em informação das companhias

Crescer através da inovação em fármacos



Em 2008, a farmacêutica americana Bristol-Myers Squibb declarou que quer se tornar uma biofarmacêutica através de medicamentos inovadores.

A empresa percebeu que investir em remédios para doenças comuns não tem futuro. De acordo com seu presidente mundial de medicamentos, a transformação da empresa na primeira indústria biofarma no Brasil está mais acelerada que em outros países da América Latina.

"Queremos novidades terapêuticas, queremos ser ainda mais específicos em biotecnologia, queremos ser uma biofarma com experiência de farma".

Adaptado de <http://www.protec.org.br/noticias.asp?cod=2163>

A questão das patentes

Os projetos de sequenciamento genético dizem que não irão patentear os genes que conseguirem, e que tudo estará na internet, à disposição do público. Mas, quem é esse público? O “público” altamente privado que detém as tecnologias (todas patenteadas) e os recursos para usá-las, ou seja, as próprias companhias? As regras de acesso a essas informações genéticas dizem que elas não podem ser patenteadas na forma como são obtidas, mas qualquer mínima modificação é suficiente para poder solicitar uma patente.

Companhias farmacêuticas têm solicitado — e muitas vezes conseguido — patentes sobre genes humanos. Muitas delas foram obtidas através de recolhimento de material genético de doentes que se submeteram a tratamentos experimentais sem saber que, em troca, renunciavam a qualquer direito sobre o uso do seu DNA. Cerca de 20% dos genes humanos já foram patenteados, trazendo bilhões de dólares de lastro para a indústria. Os genes patenteados não podem ser usados por pesquisadores públicos ou privados. Quem quiser fazer qualquer pesquisa sobre determinada doença tem que pagar um percentual para a companhia detentora da patente.



Foto: Ramzi Hashisho / Stock.xchng

Foto: Linda Bartlett / National Cancer Institute



A Roche é detentora de patentes de genes de câncer de seio.

A companhia encontrou uma variação que está presente em 5% dos casos de câncer de seio. E há uma diferença na evolução da paciente caso use um determinado medicamento da Roche.

Mas 5% é muito pouco para uma indústria farmacêutica, assim, querem subsídios públicos para produzir esse medicamento, pois alegam que comercialmente não é viável.

Em 2003, o escritório europeu de patentes revogou o registro concedido a uma empresa americana que havia patenteado qualquer uso terapêutico de células de cordão umbilical.



Patentes de câncer de mama são derrubadas

Isolar não é inventar. Finalmente, pelo menos uma instância da justiça norte-americana começa a encarar essa verdade básica e suas consequências para a ciência, para a indústria e, principalmente, para a saúde humana!

David Hathaway

Em março de 2010, um juiz federal invalidou sete patentes, da Myriad Genetics e University of Utah Research Foundation, relacionadas a dois genes associados com câncer de seio, lançando dúvidas sobre os milhares de outras patentes que cobrem genes humanos.

Diagnósticos genéticos

Em 2009, uma série de artigos publicados no periódico *New England Journal of Medicine* mostra que, apesar das centenas de projetos em curso e dos bilhões investidos em nível global, os estudos de genoma completo só serviram para explicar de uma forma tão geral os vínculos genéticos com enfermidades que, no final, não têm sido úteis.

As variações encontradas nesse tipo de estudos têm é servido para assegurar grandes lucros às empresas que fabricam kits de diagnóstico genético. Ou seja, testes de DNA para diferentes afecções, que analisam se o cliente – que possa pagá-los – tem determinadas variações genéticas que estariam supostamente relacionadas às doenças. As pessoas pagam na ilusão de que, conhecendo essa informação sobre sua genética, poderiam prevenir doenças. Não servem para isso, o que não impede que atualmente haja mais de 1.000 kits desse tipo no mercado, cujas vendas em 2007 foram de 730 milhões de dólares.

Alguns testes genéticos têm sido feitos há décadas e, obviamente, têm validade clínica – provam paternidade, por exemplo, ou identificam um risco maior de dar à luz uma criança com fibrose cística.

Mas, em geral, exceto no caso das enfermidades monogênicas (determinadas por um só gene, como a Síndrome de Down, por exemplo), a composição genética não é mais do que uma ínfima parte do surgimento das doenças. As variações existem numa enorme complexidade de interações genéticas e bioquímicas das quais pouco se sabe. E o desenvolvimento de enfermidades não é independente do ambiente, pois inclui realidades alimentares, sanitárias, econômicas, ecológicas, culturais, entre muitas outras.



Foto: http://3.bp.blogspot.com/_ZrhyUDK6pIS/MEG6FPZ_I/AAAAAAAAABU/42kmvmpBUIS1BDU-RIdoaoao_sarique.jpg



Foto: Tolga Ulusoy / Stock.xchng

Testes genéticos

Já existem mais de 1.000 tipos de testes genéticos, sem regulamentação e sem padronização. Isso quer dizer que qualquer um que possa comprar ou retirar as variações, pela internet, pode montar uma empresa e oferecer testes genéticos da possível, e não provada, e provavelmente errada, associação entre os genes e as doenças. Também é ampla, e muitas vezes discutível, a validade clínica de muitos desses testes.

Já há uma grande quantidade de dados disponíveis na internet. Nos EUA, um adolescente cruzou dados de bancos genéticos até conseguir encontrar o seu pai biológico, que era um doador anônimo de esperma. É raro, mas passa a ser cada vez mais possível com os avanços científicos.

A maioria das empresas envia um contrato, o interessado assina e remete uma amostra de sua saliva ou uma gota de sangue do dedo. Há contratos que avisam que as informações podem ser usadas para discriminação laboral, mas que as empresas de testes não se responsabilizam por isso. Algumas dizem, inclusive, que vão conservar o material e que poderão usar a informação comercialmente, de forma anônima, sem identificação. Isso porque novos conhecimentos científicos podem ir permitindo um nível maior de informações.

Ilustração: Grupo ETC



Em outubro de 2009, Craig Venter fez um teste com as duas principais companhias de testes, a Navigenix e a 23andMe, para demonstrar falhas existentes. Não se sabe por que Venter quis mostrar a falha das empresas. Talvez para montar sua própria companhia?

Colheu amostras de cinco voluntários e enviou às duas a mesma amostra. E os resultados que vieram para cada amostra foram distintos. Isso ocorre porque as empresas partem de uma interpretação dos resultados, e o campo de interpretação das relações entre os genes e as tendências às doenças é muito vasto. Como não tem regulamentação nem padronização, a resposta depende da companhia.

Empresa 23andMe

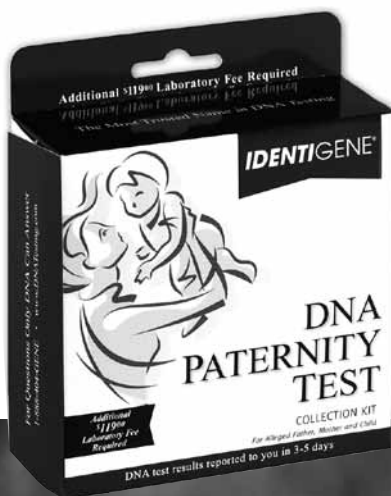
O nome remete aos 23 cromossomos que o ser humano tem. A empresa, financiada pelo Google, oferece um teste genético de 153 características relacionadas à saúde por um valor de 499 dólares.

Adaptado de http://medgadget.com/archives/2009/10/j_craig_venter_vs_dtc_genetics_23andme_and_navigenix_get_scrutinized.html

Adaptado de <https://www.23andme.com/>

Fotos: <http://www.dnatesting.com/presskit/>

Adaptado de <http://www.dnatesting.com/dna-testing/legal-vs-home.php>



Paternidade caseira ou legal?

A IDENTIGENE vende, em farmácias, um teste de paternidade caseiro por 148,99 dólares. Alertam que esses resultados geralmente não são aceitos em ações judiciais.

Mas, por 399 dólares, é possível ter um teste válido legalmente.



Foto: Julius Schorzman

Metabolizando cafeína

A empresa Consumer Genetic vende teste que identifica se o indivíduo tem gene que metaboliza devagar ou rapidamente a cafeína ingerida.



Adaptado <http://www.consumergenetics.com/DNA-Tests/Caffeine-Metabolism-Test.php/>

Esportes com baixo risco

A empresa Cygene Direct anuncia teste de DNA que prevê o potencial atlético de um indivíduo, bem como o risco de lesões na prática de esportes.



Foto: Ariel da Silva Parreira / Stock.xchng

Adaptado de <http://www.cygenedirect.com/>

Vício maior ou menor

A empresa Nico Test buscará os genes do indivíduo para descobrir o quanto ele é viciado em cigarros ou quão viciado ele pode se tornar.



Foto: Karol Stróz / Stock.xchng

Adaptado de <http://www.nicotest.com/>

O risco é que daqui a 20 anos todo mundo tenha feito testes e saiba que tem 5% de risco de desenvolver 10 enfermidades e 2% de suscetibilidade de contrair outras 20 doenças – e o que fizemos foi aumentar a neurose ao invés de melhorar a saúde.

Richard Lifton, presidente do Departamento de Genética, Universidade de Yale, EUA

A mercadotecnia dos testes genéticos pessoais quer nos convencer de que nossos genes nos definem e são as chaves da saúde e do bem-estar.

Grupo ETC

Como descobrir o par genético adequado para ter filhos mais saudáveis

A empresa Scientific Match.com realiza a busca de um par genético que apresente uma maior probabilidade do casal ter filhos mais saudáveis, com um sistema imunológico mais forte.

São utilizados os resultados de exames de células da boca dos interessados. Os testes analisam alguns marcadores de imunidade para encontrar o par adequado, que tenha um sistema imunológico complementar.

Promete também encontrar o par com uma 'química' adequada, que aumenta as possibilidades de uma vida sexual satisfatória.

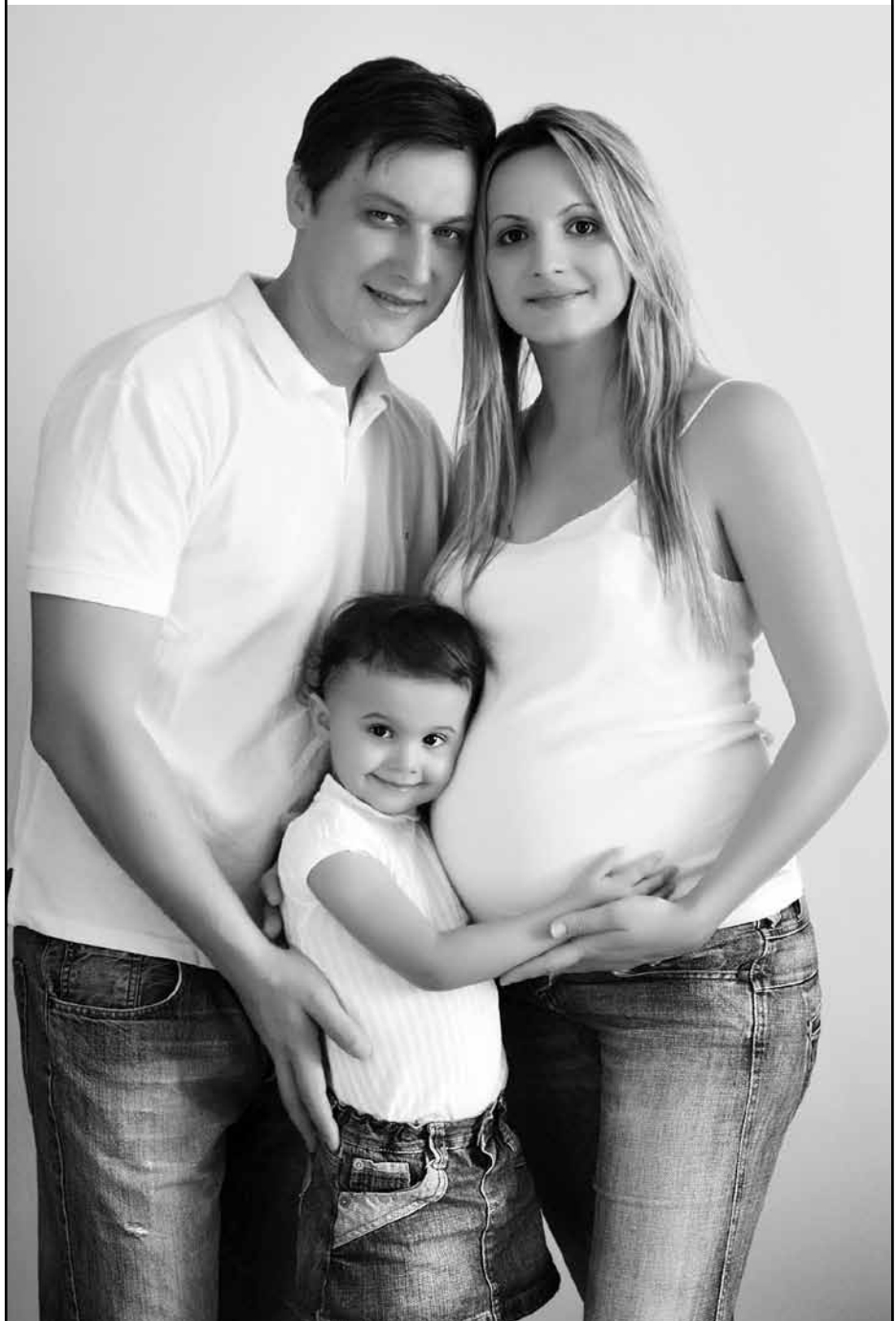


Foto: Simona Balint / Stock.xchng

Adaptado de www.scientificmatch.com/ e <http://en.wikipedia.org/wiki/ScientificMatch.com>

Questões éticas

Com os avanços na obtenção de informações genéticas, aumenta a probabilidade de se conhecer tendências de uma pessoa a desenvolver ou não determinadas doenças. O uso que a sociedade tem possibilidade de fazer dessas informações pode ser positivo, como identificar, prevenir e curar doenças hereditárias. Mas a disponibilidade dessa informação genética individual pode apresentar diversos riscos para a sociedade: interferências na vida privada e profissional, por discriminação genética, e também a redução ou perda da autodeterminação devido ao acesso a informações que deveriam ser reservadas. Candidatos a emprego poderiam ser recusados com base em testes capazes de revelar predisposição genética para certas doenças, como o alcoolismo, por exemplo.

Os dados do genoma, juntamente com as técnicas de reprodução assistida e de engenharia genética têm também um grande potencial de eugenia, o que traz componentes profundos de discussão ética.

O que quer dizer eugenia?

Eugenia é o estudo das condições mais propícias para a reprodução e melhoramento da raça humana. Em outras palavras, significa melhoramento genético dos seres humanos.

A genômica proporciona conhecimentos sobre doenças físicas, mentais, comportamentos considerados desviados, atitudes, habilidades e carências.

Com os avanços da engenharia genética, da reprodução assistida e da genômica, agora se fala em neoeugenia, que é apresentada como uma questão médica, e não como questão social. Na esfera da relação médico-paciente, é considerada um assunto de saúde individual, de saúde dos próprios interessados, de um direito à saúde – a nascer saudável.

Já há quem defenda o uso de métodos coercitivos, alegando razões de ordem emocional, sanitária, social e econômica, em relação aos portadores de deficiências físicas ou mentais.

Algumas das inúmeras questões que a sociedade tem que discutir são: quem decide (e qual o limite) de se evitar o nascimento de crianças com anomalias ou deformidades? Evitar desigualdades que até agora seriam consideradas fruto do acaso ou do azar é um novo conceito de justiça social? É injustiçado o indivíduo que é portador de uma deficiência porque seus pais não dispunham de informação genética sobre si próprios ou não tiveram acesso a aconselhamento genético?

Foto: Bill Davenport / Stock.xchng



Controle através da identificação genética

A identificação genética tem um potencial enorme de controle que está associado aos nanossensores.

E vai também na direção de uma medicina personalizada – o indivíduo carrega um chip, no bolso ou no corpo, com todas as suas informações genéticas para, por exemplo, ter atendimento hospitalar, o que reduziria a necessidade de médicos.

Etnobombas

A associação médica da Inglaterra diz que tecnicamente é possível fabricar etnobombas, ou seja, armas dirigidas aos genes específicos de uma etnia, que só estão presentes nessas populações. Essas armas podem ser algum tipo de doença (espalhada no ar ou suprimento de água) ou qualquer outra coisa que iria afetar especificamente esses genes. Aparentemente, isso é só teoria. Não se sabe se alguma coisa prática já foi feita.



Ilustração: Jason James / www.franticscribbles.com

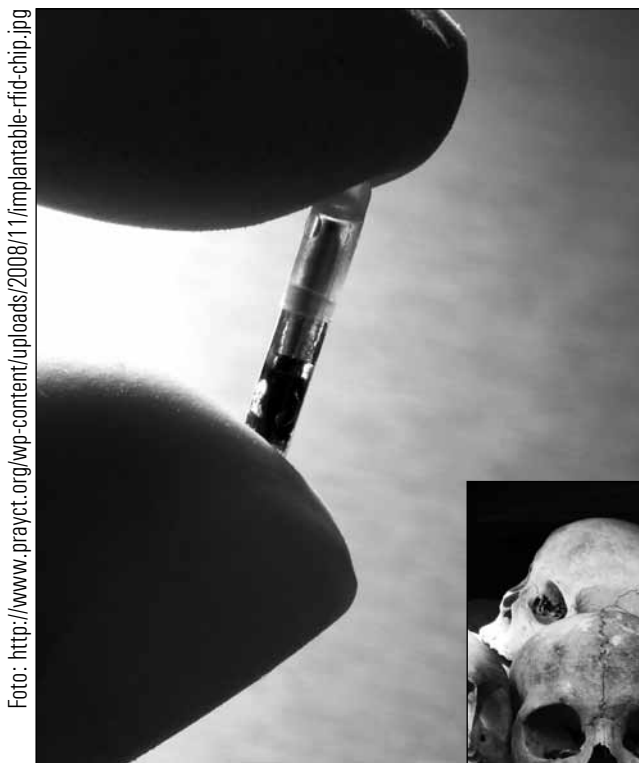


Foto: <http://www.pravct.org/wp-content/uploads/2008/11/implantable-rfid-chip.jpg>

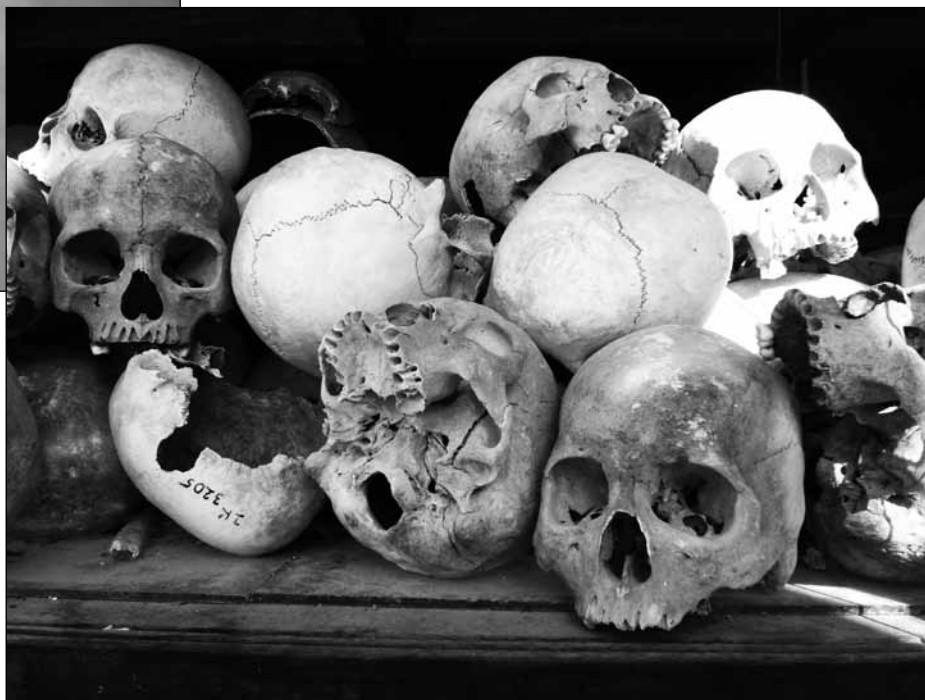


Foto: Martin Boulanger / Stock.xchng

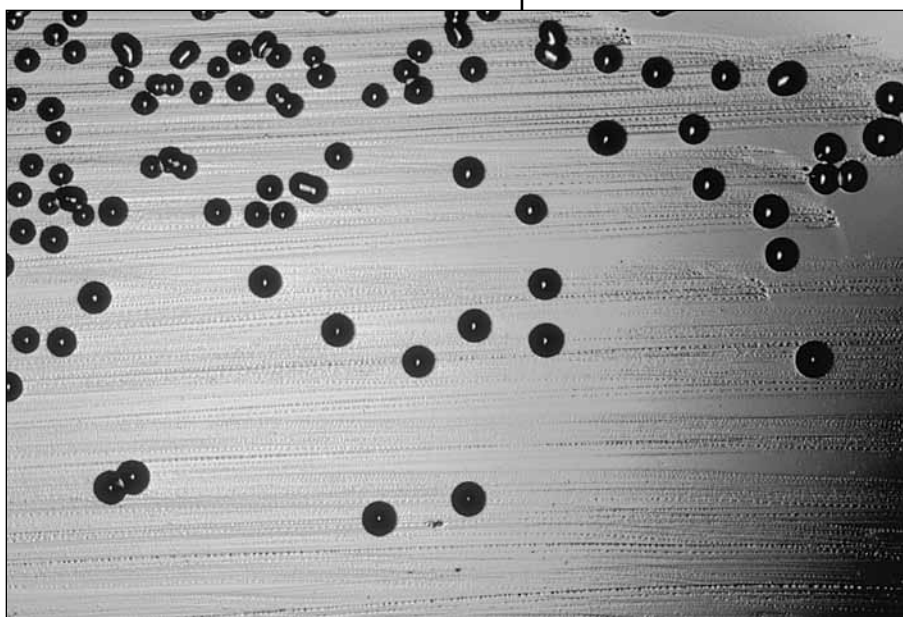
3. Mapas genômicos

Atualmente, são milhares de projetos de sequenciamento de todos os genes de um organismo, sejam eles de bactérias, fungos, vermes, plantas, animais, etc.

Já em 1995, os cientistas Craig Venter (cientista com presença muito forte na biologia sintética e na genômica) e Hamilton Smith (atualmente no J.Craig Venter Institute) sequenciaram a bactéria *Haemophilus influenzae*.

Já há em torno de 6.000 projetos de mapeamento de genomas. Destes, mais de 1.000 já foram publicados, enquanto os outros estão em processo. A maioria é de bactérias, mas incluem também animais, plantas, fungos, além de outros organismos, como os archaea, que sobrevivem em condições extremas dentro de vulcões ou no fundo do mar, sem luz. Esses são muito importantes, por exemplo, para a manipulação genética (biotecnologia), para criar organismos resistentes à salinidade extrema ou a temperaturas muito elevadas.

Há também os chamados metagenomas. Um metagenoma é o genoma coletivo dos microrganismos encontrados em um determinado habitat, como oceano, solo, boca, ou corpo humano inteiro, etc. Por exemplo, coleta-se uma amostra de água do mar, e se sequenciam juntos todos os organismos.



Haemophilus influenzae

A *Haemophilus influenzae* provoca meningites e septicemias, geralmente em crianças pequenas; infecções do ouvido médio; da garganta; celulite e, mais raramente, outras doenças, como pneumonia.

Foi o primeiro organismo a ter seu genoma completamente sequenciado, com aproximadamente 1.740 genes.

Projetos de sequenciamento genômico	
Total de mapas genômicos (até agosto de 2009)	5.971
Publicados	1.117
Em processo:	
Eucariontes: (animais, plantas, fungos, protistas – por exemplo: algas)	1.187
Bactérias	3.355
Archaea (por exemplo: extremófilos)	112
Metagenomas	200

Fonte: Genomes OnLine Database - GOLD



Drosophila melanogaster



Mus musculus



Nematóide *Caenorhabditis elegans*

Metagenoma de oceanos

Craig Venter, a partir de 2003, circunavegou o Planeta coletando amostras metagenômicas de água dos oceanos. Todas as amostras são sequenciadas visando identificar novos organismos.

Exemplos do número de genes e tamanho do genoma de distintos organismos

Espécie	tamanho do genoma (Mb)	número de genes
<i>Mycoplasma genitalium</i>	0,58	500
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	2,2	2.300
<i>Escherichia coli</i>	4,6	4.400
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	12	5.800
<i>Caenorhabditis elegans</i>	97	19.000
<i>Arabidopsis thaliana</i>	125	25.500
<i>Drosophila melanogaster</i> (mosca-do-vinagre)	180	13.700
<i>Oryza sativa</i> (arroz)	466	45-55.000
<i>Mus musculus</i>	2500	29.000
<i>Homo sapiens</i> (ser humano)	2900	27.000

Um pouco da genômica no Brasil

No País, a pesquisa começou em 1997, no estado de São Paulo.

O primeiro projeto decifrou o material genético da bactéria *Xylella fastidiosa*, que ataca citros (clorose variegada ou praga do amarelinho), contando com recursos federais e do estado de São Paulo.

O Projeto Genoma Humano do Câncer começou em abril de 1999, identificando sequências de genes de tumores mais frequentes no Brasil.

A partir de 2000, as pesquisas em genômica espalharam-se pelo país, com apoio financeiro do Ministério da Ciência e Tecnologia. Em 2002, com apoio do CNPq, foi ampliada a rede de instituições e pesquisadores envolvidos com o tema.

São desenvolvidos projetos na área médica, de saúde pública e agricultura, entre outros.

A iniciativa privada, em associação com pesquisadores do Programa Genoma-FAPESP, criou empresas de genômica aplicada: em 2002, a Alellyx Applied Genomics, para gerar e comercializar patentes na área de genômica aplicada; também em 2002, a Scylla, para atuar na área de bioinformática; e em 2003, a Canavialis, para desenvolver novas variedades de cana-de-açúcar com técnicas de biologia molecular e biotecnologia.

A Alellyx e a Canavialis, que eram de propriedade da Votorantim Novos Negócios, foram compradas pela Monsanto em 2008.

A Scylla Bioinformática tem parceria com a HP e seu revendedor AMR e conta com investimentos da Votorantim Novos Negócios.



O Projeto Genoma Humano

O Projeto Genoma Humano (PGH) estruturou-se a partir de uma decisão política (provavelmente motivada por preocupações com o câncer) de se buscarem as causas de doenças dentro do corpo humano (o suposto determinismo do código genético), mais do que fora, como consequência do estilo de vida das pessoas e do ambiente onde elas vivem.

Iniciou em 1990, com prazo de conclusão de 15 anos e orçamento de bilhões de dólares, financiados pelos Institutos Nacionais de Saúde e pelo Departamento de Energia, ambos dos Estados Unidos. Centenas de laboratórios de todo o mundo somaram-se à iniciativa dos Institutos na tarefa de sequenciar, um a um, os genes do corpo humano. Em 2001, foi apresentado o primeiro esboço do mapa do genoma humano. E, em 2003, o projeto foi concluído.

Inicialmente era um projeto público, com a participação de governos e universidades. Em 1998, o cientista Craig Venter (que já atuava no projeto público) monta a empresa Celera Genomics, com os dados do sequenciamento público do genoma humano, e entra na corrida pelo genoma, prometendo um sequenciamento mais rápido e menos caro. O objetivo da empresa era poder vender o código decifrado a seus associados e buscar o patenteamento dos genes envolvidos nos principais distúrbios e doenças humanas. A Celera pediu a patente dos 6.500 genes que mapeou.

As metodologias usadas pelo setor público e pela Celera foram distintas. A primeira apresentava maior precisão, enquanto a segunda era uma abordagem mais rápida, embora menos precisa.

Os responsáveis pelo projeto acreditavam que a descoberta da posição de cada gene, além de sua composição, seria valiosa para o diagnóstico e a cura de muitas doenças, como câncer, obesidade, diabetes, doenças autoimunes e hipertensão.



Foto: http://genomicecenterprise.com/genetic_tests

O ser humano, como qualquer ser vivo, é formado pelo conjunto de todas as sequências de DNA que o caracterizam do ponto de vista biológico. O término do sequenciamento do genoma humano levou à identificação de cerca de 25.000 genes. Em razão da complexidade do ser humano, o número de genes esperado era muito maior do que o encontrado. Isso evidenciou que a grande complexidade do organismo humano é produto da interação de outros fatores, além do número de genes. E, embora os genes estejam mapeados, a função da maioria deles permanece desconhecida, ou seja, não se sabe qual(is) a(s) proteína(s) que um determinado gene codifica, em que tecidos e etapas do desenvolvimento se expressam e para que servem.

A grande descoberta do Projeto Genoma Humano é o número reduzido de genes que o ser humano possui. Antes, se imaginava que a complexidade de um organismo deveria ser resultado direto do maior número de genes ou de proteínas. Mas não é o que acontece. Aparentemente, cada gene pode fazer várias proteínas.

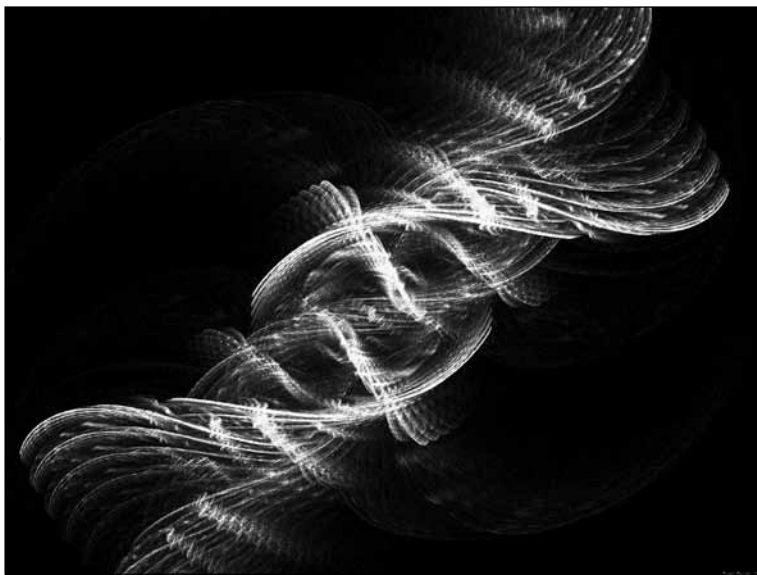
Já não é mais possível ver os seres vivos apenas como um produto dos seus genes. Na ideia antiga de que um gene faz uma proteína, seria muito fácil curar doenças genéticas. Bastaria achar a sequência que está errada, consertá-la, e a doença seria erradicada. Mas tudo indica que a maioria das doenças é causada por muitos genes interagindo entre si e com o ambiente. Agora, é necessário saber como os genes interagem com a nutrição e com as influências do ambiente. Resumindo, ter o genoma é simples, mas

analisá-lo e obter um tratamento disso é bem mais complicado.

Dez anos depois da apresentação do primeiro rascunho do código genético humano, o genoma ainda não cumpriu as promessas anunciadas de um século de ouro da medicina. Ainda se está longe da revolução médica. Foram desenvolvidos alguns medicamentos potentes para certos tipos de câncer; os testes genéticos podem prever se as pessoas que sofrem de câncer de mama precisam fazer quimioterapia; foram identificados os principais fatores de risco de degeneração macular (uma doença dos olhos); e se pode prever a resposta a mais de uma dezena de medicamentos. Mas ainda não tem efeitos diretos no tratamento médico da maioria dos indivíduos.

A razão da demora dos resultados é que uma coisa é ter uma mina de dados, e outra é compreender seu significado. Mas as ferramentas desenvolvidas no PGH continuam servindo para caracterizar genomas de outros organismos.

Ilustração: Sven Geier



Aplicações em desenvolvimento

O conhecimento do genoma permite aplicações nas mais diversas áreas, entre elas:

- a medicina genômica, que se baseia no conhecimento das funções dos genes e da interação entre eles;
- a farmacogenômica, que é o desenvolvimento de drogas específicas para a composição genética de cada indivíduo;
- a genômica forense, que é usada, por exemplo, nos exames de DNA para identificação de paternidade;
- a genômica agrícola e pecuária, usada em programas de melhoramento e na agricultura de precisão. É uma visão da agricultura do futuro, SEM pessoas, compartilhada, entre outros, pelo Departamento de Agricultura dos EUA e pela EMBRAPA. Por exemplo, se tem o sequenciamento do genoma do milho e se tem uma plantação industrial de milho. Nessa plantação se podem ter sensores nanotecnológicos que identificam mudanças no genoma de plantas e enviam esses dados, via satélite, para um computador e, com base nessas informações, vão naquelas plantam e aplicam produtos (fertilizantes, agrotóxicos, água) individualmente.

Nos EUA já há um experimento de uma plantação de videiras controlada por uma pessoa, numa sala, que recebe na tela do computador os dados enviados por nanossensores para um satélite. A pessoa controla e, caso identifique falta de água, falta de nutrientes, ou ataques de insetos, aplica imediatamente o 'corretivo'.

- a genômica ambiental, em que se usam dados do patrimônio genético ambiental para tratar, por exemplo, das questões evolutivas da biodiversidade da flora e fauna de uma determinada área, visando à sua conservação.

- a biologia sintética. Na biologia sintética, os mapas genômicos são como o quadro de instruções. Caso se queira fazer um vírus, é só ir à internet e conseguir o mapa.



Foto: Milda Hadaway / Stock.xchng

Brasil terá banco de perfis genéticos para identificar criminosos

É a mais nova ferramenta no combate ao crime. Um novo software, o Codis, doado pelo FBI à Polícia Federal, permitirá montar o Banco Nacional de Perfis Genéticos, um banco onde ficarão armazenadas informações genéticas de pessoas que tenham praticado atos violentos ou agressões sexuais.

O acordo com o órgão norte-americano estabelece que a iniciativa seja expandida para os estados brasileiros.

O pleno funcionamento do sistema, contudo, ainda vai depender da criação de uma lei que regulamente a coleta de material biológico dos presos condenados.



4. A genômica na medicina

- amostragem de DNA

Com o conhecimento do genoma humano, criou-se uma visão de que a medicina está se tornando uma ciência mais exata. A visão de futuro é que o genoma de cada indivíduo passaria a ser gravado em um arquivo eletrônico contendo todas as suas informações. Isso permitiria um atendimento sob medida quanto à medicação necessária e ao estilo de vida que o indivíduo deveria ter com base no seu código genético. Também permitiria a previsão e a prevenção das doenças, tratando-se das causas (vistas como de origem biológica) mais do que dos sintomas.

Nessa visão, a informação genética humana é vista como um bem que pode ser comprado e vendido, e usado como um instrumento de marketing para comercializar produtos 'personalizados'.

O investimento nos genes



O governo da Islândia, em uma negociação controversa, no início de 1999, vendeu a herança genética de toda sua população à empresa de genômica CODE Genetics, que logo a revendeu para a Hoffman LaRoche, por 200 milhões de dólares.

O governo de um pequeno estado báltico, a Estônia, colocou à venda os genes de seus cidadãos, com um investimento inicial de 200 milhões de dólares, sem qualquer discussão pública.

O governo de Tonga vendeu os direitos de toda a combinação genética de sua população a uma empresa biotecnológica australiana, sem o consentimento do povo de Tonga. A mesma empresa reclama também acordos para o acesso às informações das ilhas Maurício, Nauru e Tasmânia.

Parte-se do princípio de que, no futuro, a grande maioria dos seres humanos terá seu genoma sequenciado, o que significaria uma revolução no atendimento à saúde. A medicina personalizada incluiria orientações e outros produtos, até mesmo medicamentos, distintos para cada um, de acordo com seu código genético.

A medicina genômica é um enfoque extremamente fragmentário, que deixa de fora do âmbito de estudo a maior parte dos elementos essenciais a serem considerados quando se pensa em saúde e doença.

A regulamentação tem sido 'comedida', para estimular a inovação e não atrapalhar a corrida para comercializar produtos novos. Os benefícios dos novos produtos são assegurados muito mais pela indústria do que por evidências de pesquisas independentes.

Mas, na medicina, não é suficiente ter o mapa dos genes. É necessário saber por que uns indivíduos são mais suscetíveis ou mais resistentes a determinadas coisas do que outros. É necessário conhecer o que determina essa diferença.

Os seres humanos são praticamente todos iguais, pois compartilhamos 99,9% de nosso DNA, ou seja, o temos idêntico. Isso ocorre também nos animais.

Mas há pequenas variações, que afetam o 0,1% restante. Isso faz com que sejamos a mesma espécie, mas nos torna diferentes uns dos outros.

É só uma parte muito mínima do código genético que determina, por exemplo, que se vai ter determinadas doenças. O restante são apenas tendências, predisposições.

Cada gene tem a mesma função básica, mas as variações podem indicar a predisposição de um indivíduo a sofrer determinadas doenças, de reagir frente a ataques de vírus e bactérias, e o nível de tolerância a fármacos e químicos (assimilação ou rejeição). Por isso, as variações são de grande interesse para a indústria farmacêutica.

Para conseguir identificar essas variações, essas diferenças, não adianta estudar indivíduos que tenham demasiada mistura de origens, como é o caso, por exemplo, de habitantes do extremo sul do Brasil, uma mescla de povos mediterrâneos, espanhol, português, negro e índio. Não são úteis para caçar variações. Essas variações são mais facilmente identificáveis em grupos populacionais mais isolados, por razões geográficas, culturais ou políticas, devido a sua relativa homogeneidade genética.

As variações desejadas são as chamadas **SNP** (pronuncia-se "snip", do inglês *Single Nucleotide Polymorphism*) ou "polimorfismos de um só nucleotídeo". Todos os genes são constituídos de bases ou nucleotídeos, chamadas de **adenina**, **citossina**, **guanina** e **timina** ou **A**, **C**, **G**, **T**. Um SNP é uma troca de uma só dessas bases em um gene (por exemplo, a SNP pode trocar a sequência de DNA **AAGGCTAA** para **ATGGCTAA**). Mas o gene permanece o mesmo. Essa mudança de uma só letra em toda a cadeia pode, por exemplo, induzir uma reação diferente frente a determinadas drogas ou enfermidades.

Outro tipo de variações são as chamadas de **CNV** (do inglês *Copy number variant*) ou "variações no número de cópias". Duas, três, quatro, cinco, ou quantas cópias forem, de um mesmo gene dentro de um cromossomo, podem estar ligadas à predisposição a doenças e ao nível de tolerância a fármacos.



Foto: Marta Sanz Smith

Projetos de caça das variações

A busca de variações genéticas já havia sido iniciada ainda antes de ser completado o mapa do genoma humano. Para identificar as variações nos seres humanos, até hoje já foram criados diversos projetos.

Projeto Diversidade Genética Humana (HGDP)

Dirigido por Luigi Cavalli Sforza, da Universidade de Stanford, começa em 1991, paralelamente ao projeto do sequenciamento do genoma humano, com financiamento do Instituto Nacional de Saúde dos EUA, de universidades e de outras fontes.

Buscavam genes de povos indígenas “isolados, de interesse histórico”. Iniciaram buscando uns 1.500 indígenas muito isolados, alguns deles no Brasil (Amazonas).

Foram muito claros em manifestar que não se importavam com a situação dos povos indígenas, se estivessem morrendo de doenças ou mesmo se o povo desaparecesse mais tarde, não interessava. O importante era obter a informação genética, era coletar os tecidos (sangue, saliva e cabelo) para conservar as amostras. Literalmente, o projeto saiu a caçar indígenas.



Identificaram 722 grupos de interesse, muitos em risco de extinção. As amostras obtidas foram colocadas na internet – e a maioria ainda continua disponível, por exemplo, no Coriell Institute.

Biopirataria humana

O Coriell Institute, dos Estados Unidos, tem no seu catálogo de “variações humanas” amostras de DNA provenientes de 15 populações procedentes de várias partes do globo.

O material genético se encontra disponível para venda na página do Coriell, os preços variando entre US\$ 85 (para cultura de células) e US\$ 55 (para amostras de DNA). O material permanece estocado na sede da empresa sob a rubrica “Human Variation Collection”, ou “Human Diversity Collection”, e procede das amostras coletadas no âmbito do HGDP.

Entre elas, há material genético das etnias Suruí e Karitiana, de Rondônia. A notícia de que dez amostras de DNA e linhagens celulares desses povos estavam sendo comercializadas na internet explodiu em 1996.

Qualquer um podia pegar a informação e patenteá-la. A primeira patente sobre um ser humano foi detectada pela então RAFI (hoje Grupo ETC), em 1993. Buscando na internet por patentes no país Índia (patent / India) foi encontrada a Patente WO 9208784, de uma indígena *Ngobe (Guaymí)* do Panamá,



de 26 anos. O inventor, segundo a patente, é Ron Brown, então Secretário de Comércio dos Estados Unidos. O Departamento não queria abrir mão da patente, alegando que a linha celular era deles. A linha celular é o material genético colhido, purificado, em que só se deixa o DNA, e se fazem cópias. O que se vende na internet são as cópias da linha celular.

A RAFI inicia uma campanha internacional contra o “Projeto Vampiro” e contra as patentes sobre indígenas. O povo Ngobe consegue a revogação dessa patente, mas outras se seguem.

Devido a críticas de muitos povos indígenas e também da UNESCO e Nações Unidas, por razões éticas, o projeto HGD ou “Projeto Vampiro” teve que se diluir e parar de funcionar, já que sua justificativa era muito bruta, mas nunca prestou contas das amostras obtidas...

... no entanto, as empresas farmacêuticas (as 10 maiores têm 60% do mercado) não iam renunciar à busca de variações, e o Vampiro ataca novamente!

Foto: Emil Bacik / Stock.xchng



The SNP Consortium

Formado pela associação das maiores empresas farmacêuticas, para continuar fazendo amostras e buscar variações, em nível privado.

As empresas participantes (segundo seu nome atual) são: Pfizer, Sanofi-Aventis, GlaxoSmithKline, AstraZeneca, Bayer, Hoffman La Roche, Novartis, Motorola, além da IBM e do Wellcome Trust Sanger Institute (Reino Unido).

Estabelecido em 1999, tinha como meta inicial encontrar 300.000 SNPs em dois anos. No final, um total de 1.800.000 foram encontrados. O consórcio analisou o DNA de um conjunto de amostras obtidas de 24 povos representando diversos grupos raciais.

Foto: Griszka Niewiadomski / Stock.xchng



Projeto HapMap

O projeto HapMap (*Haplotype Mapping project*), bem conhecido, inicia em 2002. É uma colaboração de agências governamentais, instituições e universidades públicas, e empresas e fundações privadas (incluindo The SNP Consortium) dos Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Japão, China e Nigéria.

Por que a Nigéria? Não para acrescentar recursos financeiros, mas porque a humanidade iniciou na África, e, no país, há grupos étnicos como os iorubás, que estão também no Brasil, Venezuela, Cuba e sul dos Estados Unidos, como consequência do tráfico de escravos.

As empresas Perlegen (que parou de operar em outubro de 2009), ParAllele (adquirida pela Affymetrix) e Illumina também fazem parte do projeto. Essas empresas são as donas das micromatrizes, das ferramentas. Não são as maiores empresas do setor, mas são chaves.

O HapMap tem como proposta não buscar só por uma variação, mas por blocos inteiros onde há variação; identificar SNPs, a partir de blocos maiores (haplótipos), usando como base as amostras de populações, tomadas em trios (pai, mãe, filho); e não buscar associar as variações com doenças, mas sim criar uma plataforma para posterior pesquisa médica.

Na primeira e segunda fases, pesquisou amostrar em três continentes: iorubás da Nigéria, hans de Pequim, japoneses de Tóquio e residentes de Utah, EUA, com ancestrais da Europa do Norte e do Leste.

Na fase três, além dos acima mencionados, pesquisou ainda africanos no sudoeste dos EUA; chineses de Denver, estado do Colorado (EUA); indianos de Gujarat residentes em Houston, Texas (EUA); luos em Webuye, Quênia; mexicanos em Los Angeles (EUA); masais em Kinyawa, Quênia; e toscanos na Itália.

Considerações em relação ao HapMap

Nesse projeto anterior, as pessoas amostradas têm que assinar um documento com 4-5 páginas, que explica o que vai acontecer com a amostra: será colocada na internet, para avanços da medicina, da saúde, da humanidade, da ciência; a



Foto: Brent Earwicker / Stock.xchng



Foto: Miguel Ugalde / Stock.xchng

pessoa não recebe nada; a informação é anônima, e o nome individual não estará lá, mas tem uma parte que diz 'não sabemos, com os futuros desenvolvimentos da ciência, como essa informação poderá ser usada'.

Apesar do consórcio dizer que pode fazer quase qualquer coisa com a amostra, inacreditavelmente a maioria das pessoas aceita isso, pois o argumento de que se precisa de uma amostra de sangue para o bem da humanidade é bastante convincente.

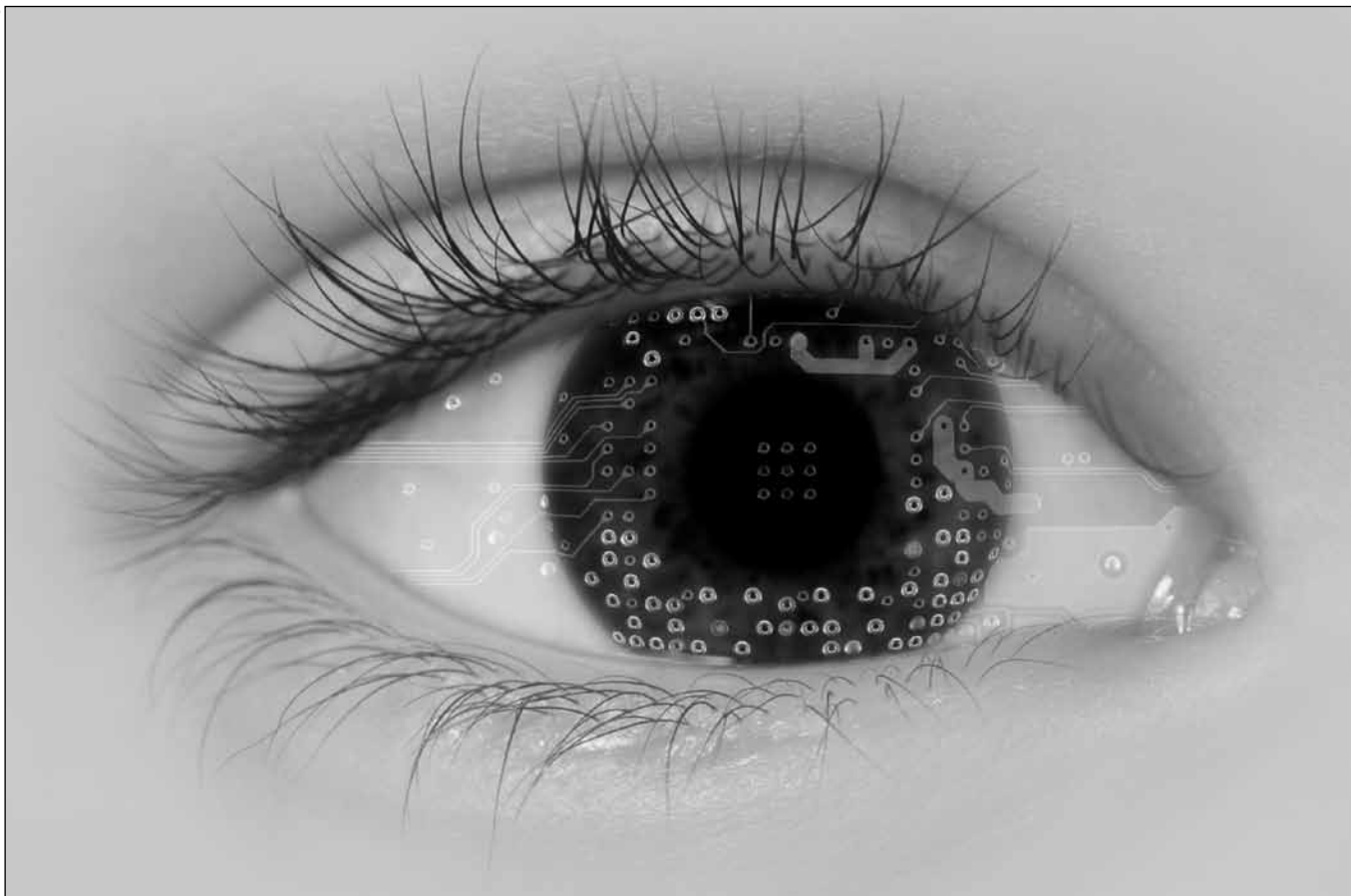
Na realidade, na prática, não é tanto para o bem da humanidade, pois o projeto tem uma relação muito estreita com as companhias farmacêuticas e com as maiores empresas de armazenamento e de sequenciamento de genes. São apenas umas 15 empresas, o que significa um gargalo. Nada pode ser feito sem passar por elas, que já têm o patenteamento de tudo o que é necessário.

A informação é colocada na internet, com o compromisso de não patenteá-la em sua forma pura, mas qualquer alteração permite o patenteamento.

O documento do consentimento prévio apresentado aos amostrados é bastante elaborado, mas nunca é colocado todo o contexto.

As empresas podem reamostrar o que lhes interessa. Por exemplo, a Illumina retestou os iorubás em maio de 2008.

Foto: Iva Villi / Stock.xchng



Projeto Genográfico

É um projeto internacional da National Geographic e da IBM, lançado em 2005, cujo objetivo declarado é estabelecer os padrões de migração humana desde as suas origens, ou seja, as rotas migratórias da humanidade desde que saiu da África. Apresenta-se afirmando que não tem nada comercial, que é anônimo e não médico, e que os dados estarão disponíveis publicamente.

Na presidência do Conselho de Assessores do projeto está Luigi Cavalli Sforza, o diretor, e Spencer Wells, um aluno dele, os mesmos do projeto Diversidade Genética Humana, de 1991. No mesmo Conselho está a IBM, que também faz parte do The SNP Consortium.

Os três componentes do projeto são: reunir dados em colaboração com povos indígenas e tradicionais ao redor do mundo; convidar o público em geral a participar do projeto através da compra do kit de participação (que custa 100 dólares); e usar os recursos obtidos com a venda dos kits para mais pesquisa em campo e para um fundo de apoio a projetos indígenas de conservação e de revitalização.

Mas, o que interessa realmente são as amostras dos indígenas. Pretendem amostrar 100.000 indígenas em todo o mundo, porque são os indivíduos que têm menos mistura. O projeto Genográfico terá as amostras dos indígenas e a distribuição geográfica das variações desses grupos, o que pode significar riscos para essas populações.

Na realidade, o Projeto Genográfico é um HGDP ampliado e com melhor propaganda, que oferece muitos atrativos para o público em geral. Foi um projeto muito bem elaborado do ponto de vista de ter ampla aceitação pública. O projeto permite obter informações que são interessantes para qualquer um de nós.

O projeto tem 10 escritórios no mundo, um deles no Brasil. O Coordenador para a América do Sul é Fabrício R. Santos, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

Quando foram coletar materiais, o ISA (Instituto Socioambiental) protestou juntamente com indígenas da Amazônia. Mas o projeto argumenta que não vão amostrar quem não quiser ser amostrado, tudo é feito com consentimento prévio, só para pesquisa, sem patenteamento.

O 1º projeto foi biopirataria, mas o Genográfico conseguiu fazer da biopirataria um espetáculo.

Quando a IBM começou com o projeto Genographic, "pediu" para que 9.000 de seus empregados fizessem os testes. No seu código voluntário de conduta, diz que não usaria as informações para discriminar no trabalho.



Foto: Becky Hale / National Geographic

Apesar do interesse ser pelas amostras indígenas, qualquer pessoa, de qualquer lugar do mundo, pode enviar sua própria amostra. Do ponto de vista mercadológico, é um ótimo projeto, já que as pessoas pagam para serem sequenciadas. Como não há um sequenciamento completo dessas amostras, recebem de volta uma resposta bem geral (por exemplo, seus ancestrais saíram da África, passaram pela Índia via Austrália, para chegar ao Brasil). Desde o início do projeto até 2008, mais de 250 mil pessoas pagaram para enviar seu próprio DNA.

Ao contrário do projeto HGDP, os indígenas não são mais “os isolados de interesse histórico”, mas os “VIPs genéticos”. Mas as implicações do Genográfico são piores, pois, além dos genes, dará a localização geográfica global dos povos. Isso aumenta exponencialmente o risco de “etnobombas”.

Considerações sobre o Projeto Genográfico

Muitos povos indígenas criticam o Genográfico, na primeira manifestação do IPCB (Conselho de Povos Indígenas sobre Biocolonialismo). Acusam-no de biopirataria, vinculação ao HGDP, risco de patentes, mau uso, etc. Também de violação cultural: vários dos povos indígenas afirmam “os povos indígenas sabemos de onde viemos”. Os Huicholes do México sabem que vieram do Mar para a Serra, etc, que é parte da cultura e da história. Por que tem que vir a NG dizer de onde viemos? Não há respeito à cosmovisão dessas populações. É uma visão muito estreita do que é ser indígena, muito limitante. Nos Estados Unidos, e em outros lugares, podem perder seus direitos à terra, por exemplo, se o projeto mostrar que há não sei

quantas gerações o genoma já não é mais de indígena (casaram com não índios, por exemplo). A posse da terra está conectada à herança genética. Promovem conflitos/discriminação entre grupos, como, por exemplo, no caso dos descendentes de Genghis Khan.

Em 2006, o Fórum Permanente sobre questões indígenas das Nações Unidas (UNPFII) recomendou a suspensão do projeto pelos riscos que apresenta às populações indígenas nas suas crenças, direitos à terra e outros benefícios.

Foto: <http://www.firstpeople.us/>



Foto: <http://www.firstpeople.us/>



[Os que estão realizando o projeto] “dizem que querem obter novos conhecimentos sobre a história migratória da espécie humana e responder a antigas questões que envolvem a diversidade genética da humanidade. Elaboraram perguntas como: ‘Os europeus migraram para as Américas há milhares de anos atrás?’ e ‘Quem são os habitantes aborígenes?’”

“A essência de ser indígena é que você faz parte da terra. Nossos direitos estão baseados na nossa habitação original dos territórios que ocupamos. Portanto, um argumento que desafie a aboriginalidade de determinados povos indígenas pode ser uma séria ameaça. Apesar dos resultados desse tipo de pesquisa serem especulativos, não temos qualquer dúvida de que esses resultados poderiam ser usados como uma arma política contra nós.”

“E também como uma arma social. Nossas histórias orais nos amarram aos territórios que ocupamos desde o começo dos tempos”, diz Debra, descrevendo a herança que também será desafiada pelo projeto Genográfico. Antes do DNA de povos indígenas ser coletado, eles são solicitados a assinar um formulário de consentimento que diz: ‘É possível que algumas das informações obtidas nesse estudo possam contradizer tradições orais, escritas ou em outra forma, suas ou de outros membros do seu grupo.’ “Isso é jogar um sistema de conhecimento contra o outro. Não se pode usar um sistema de conhecimento para suplantar outro!”

Debra Harry, indígena Paiute norte-americana, *Indigenous Peoples Council on Biocolonialism*

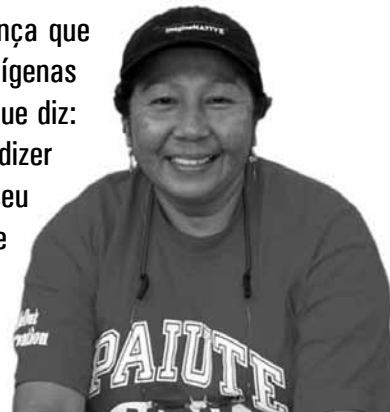


Foto: Charlotte Harry

“A ciência não é um deus que sabe tudo”

O líder ianomâmi Davi Kopenawa disse estar “muito contente” com a notícia de que as mais de 2.000 amostras de sangue de seu povo, que desde 1967 repousam em centros de pesquisa dos Estados Unidos, serão devolvidas à tribo após uma luta de dez anos. Há um acordo sendo finalizado entre cinco universidades e o governo brasileiro para a devolução, que ainda não tem data marcada.

“Os cientistas deram presentes, panelas, facas, anzóis, e falaram que era para coisa de saúde. Depois, todo mundo esqueceu. Ninguém pensou que o sangue seria guardado nas geladeiras deles, como se fosse comida! Todo mundo ficou muito triste de saber que esse sangue nosso e de nossos parentes mortos ainda estava guardado.”

“Não dá para fazer pesquisa com povos indígenas sem explicação. Pesquisa que interessa à gente é para melhorar nossa saúde. Não dá para pesquisar e deixar a gente depois morrer de doenças. Um tempo depois

que esses cientistas foram embora, em 1967, morreu quase todo o meu povo do Toototobi de sarampo.”

“Vamos entregar esse sangue do povo ianomâmi ao rio, porque o nosso criador, Omama, pescou sua mulher, nossa mãe, no rio, no primeiro tempo. Vamos devolver para as águas.”

“A ciência não é um deus que sabe tudo para todos os povos. Se querem pesquisar o sangue do povo deles, eles podem. Quem decide se pesquisas são boas para nosso povo somos nós, ianomâmis.”



Foto: Fiona Watson / Survival

Outros contextos de coleta de amostras de DNA

O exemplo do Instituto Nacional de Medicina Genômica do México

Foto: Benjamin Earwicker / Stock.xchng



O Instituto Nacional de Medicina Genômica do México (Inmegen) é o primeiro da América Latina. Iniciou a “elaboração do mapa do genoma dos mexicanos” pela amostragem de indígenas de Yucatán. É promovido por empresas privadas e pesquisadores vinculados a elas, com apoio do Estado mexicano. Tem acordos com instituições e pesquisadores do Brasil.

Já em 2003-2004, o Inmegen incluía em suas atividades a preparação do “projeto do HapMap entre os mexicanos”. Várias das empresas do SNP Consortium financiam o Instituto. A IBM desenhou especialmente o computador que será usado para o sequenciamento dos indígenas mexicanos.

Os 60 grupos indígenas existentes no México são a plataforma genômica do Instituto, pois é onde as variações aparecem. Em 2002, o diretor do Inmegen declara que “60 grupos étnicos auspiciam a formação de uma sólida plataforma para o desenvolvimento da farmacogenômica no México”.

O instituto tem relação corporativa com a Affymetrix, IBM, Applied Biosystems (ex Celera) e Illumina. E vinculação com o setor empresarial: SNP Consortium, Funsalud, Patronato e incubadora de empresas.

As enfermidades genéticas “mexicanas” que estão pesquisando são diabetes, asma, obesidade e lúpus. Não são doenças históricas e nem necessariamente determinadas por genes. Ao contrário, sofrem um peso significativo de fatores socioeconômicos e ambientais determinados pela pobreza, contaminação ambiental, má nutrição, componentes tóxicos na alimentação, habitação, etc, que estão todos fora de sua pesquisa. Buscar origem genética da asma? Na cidade do México, uma das maiores e mais contaminadas do mundo, se você é uma diplomata e engravida, tem o direito de sair do país de-

Foto: Donald Cook / Stock.xchng



vido à poluição. Diabetes? O México é o 2º maior consumidor de refrigerantes. Já se sabe de 200 genes que têm a ver com diabetes. Se tem tantos, na prática, não tem nenhum, pois as possibilidades teóricas de desenvolver a doença são inúmeras. Os genes mostram uma tendência, mas, definitivamente, desenvolver as doenças tem mais a ver com condições socioeconômicas, ambientais, de alimentação, do que com a genética.

Portanto, mesmo que os resultados desses estudos não sejam completamente inúteis, estarão totalmente fora do alcance das populações que, como os indígenas, contribuem com seus genes para, no final, enriquecer as empresas de diagnóstico e as farmacêuticas.

A farsa do mapa genômico dos mexicanos

Em 2009, o Inmegen apresentou o chamado “Mapa do genoma dos mexicanos” como um grande avanço científico. No entanto, esqueceram de responder a questões fundamentais: avanço para quem? Quem se beneficia? A quem serve?

Foram 5 anos de pesquisa. Inicialmente, se propunham a buscar as variações genéticas das populações indígenas do México, que seriam, segundo os proponentes do Inmegen, uma grande “oportunidade para a indústria farmacêutica”. Posteriormente, anunciaram que somente tomariam amostras de populações mestiças. Finalmente, o Instituto reconhece ter tomado amostras de várias populações indígenas, imprescindíveis para “comparar” com o resto da população.

Depois de anos de caros estudos, equipamentos e salários (a única coisa gratuita foram as amostras de indígenas e “mestiços”), o Inmegen “demonstrou cientificamente” que a população do México é uma mescla genética de populações indígenas e europeias, com um pequeno toque de genes africanos nas zonas onde as plantações devoravam escravos. Como se isso, depois de 500 anos de Conquista tivesse passado despercebido para qualquer um!

No México, encontraram pelo menos 89 variações genéticas que não haviam sido encontradas no HapMap. Segundo o Inmegen, isso é um passo para desenvolver uma “medicina personalizada” baseada em fármacos especificamente adaptados para as variações genéticas da população mexicana.

O que o Inmegen não declara é que esses métodos deram resultados extraordinariamente pobres para prever, e ainda mais para tratar, as doenças.



Foto: Omar Franco / Stock.xchng

Biobancos

Biobancos são bancos de tecidos humanos, geralmente vinculados a hospitais, centros de pesquisas médicas e similares, que abrigam uma coleção de amostras biológicas, recolhidas com fins de diagnóstico ou de pesquisa biomédica. Conservam amostras de saliva, sangue, cordão umbilical, tecidos normais e de tumores, cabelos, fluídos, etc. Os materiais biológicos e as informações clínicas são conectados à identidade de cada paciente, ou à do indivíduo participante de uma determinada pesquisa.

Como são DNA, essas amostras se prestam para estudos de medicina genômica geral. Os pesquisadores de genômica ainda não sabem bem o que fazer com todos esses materiais, mas eles estão lá, estocados.

Entidades médicas de todo o mundo começaram a conservar sangue e tecidos de centenas de milhares de pessoas. Tem havido uma explosão de bancos biológicos, porque a tecnologia é suficientemente barata, e é fácil recolher amostras.

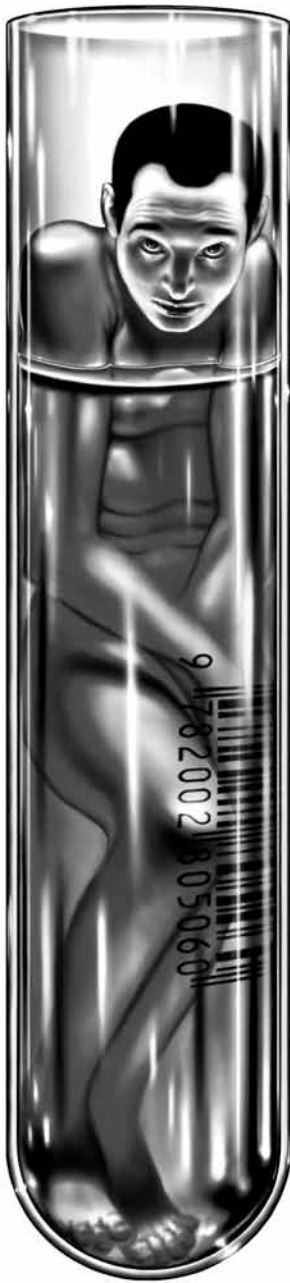
Isso gera algumas questões de ordem ética: quem tem acesso à informação do banco de dados, que inclui a história clínica do doador? A polícia tem o direito de checar as informações? Uma pessoa, ou o próprio doador, deve saber caso forem encontradas características de, por exemplo, propensão a alguma doença incurável?

Em alguns países, as leis apresentam lacunas, e, em outros, simplesmente não existem.

Nos EUA, já há caso na justiça de pessoa que pediu de volta amostras de seu tecido, mas a corte decidiu que, quando a amostra sai do corpo, já não pertence mais à pessoa, mas à instituição. Para ter direito à amostra, só se declarar desde o princípio.

Atualmente, há grandes projetos de coleta nacional em diferentes países. No futuro não muito distante, o registro de identidade será genético, pois é muito mais preciso que qualquer carteira de identidade ou passaporte. No futuro, os genes serão a base para mover-se pelo mundo.

Ilustração: Beb-deum



Alguns dados de biobancos

-  A China já conta com amostras de 500 mil pessoas.
-  A Islândia já acumulou mais de 200 mil, mesmo com uma população de apenas 320 mil habitantes.
-  Nos EUA, entidades privadas têm recolhido centenas de milhares de amostras.
-  O banco biológico do Reino Unido, lançado com financiamento público, pretende chegar também a 500 mil amostras.
-  Na Escandinávia, a informação genética é associada a nomes e endereços.

Biobancos no Brasil

Em abril de 2010, o Ministério da Saúde abriu consulta para estabelecer diretrizes sobre biorrepositórios e biobancos de material humano com finalidade de pesquisa.

A minuta de portaria, entre outras coisas, propõe que as instituições têm a guarda do material, mas o paciente será sempre dono dele, podendo descartá-lo quando quiser.

Também, os doadores, quando assinarem o termo de consentimento de doação de material para pesquisa, decidirão se querem ou não saber dos resultados das pesquisas, podendo optar por receber aconselhamento genético.

Hoje, não se sabe quantos biobancos já funcionam no Brasil, mas são vários.

Adaptado de www.saude.gov.br/consultapublica



Foto: Courtney Sill / Coriell Institute for Medical Research

Amostras de DNA num estudo de mortalidade infantil

No Brasil, foi realizado um projeto de monitoramento da coorte (determinado conjunto de pessoas) de nascimentos de 1982, em Pelotas, no Rio Grande do Sul, pelo Centro de Pesquisas Epidemiológicas da Universidade Federal de Pelotas. Não era um estudo genético, mas um estudo de mortalidade infantil. Em 2004/2005, com fundos do Wellcome Trust Sanger Institute, do Reino Unido, foi feita coleta de sangue de parte do grupo inicial, dando início ao banco de DNA da coorte de nascidos em 1982. As amostras de sangue estão congeladas em bancos no Brasil e na Inglaterra.

5. O que se pode fazer em relação à genômica?

A forma como a genômica está sendo desenvolvida traz novas formas de exercício de poder, de dominação e de exclusão.

Foto: Christophe Libert / Stock.xchng



Na prática, umas poucas indústrias farmacêuticas e de informática estão definindo o que é ser normal. O que é 'normal', por si só, já é um conceito muito difícil – basta ver que praticamente qualquer pessoa que tenha uma diferença física já está sujeita a ser discriminada.

Agora, a discriminação avança tendo como base a genética. E o padrão do que é 'normal' para as empresas sempre se altera num crescendo, na busca de ter novos produtos para comercializar.

É necessário buscar informações sobre o tema da genômica, para se poder fazer uma reflexão maior. É necessário rejeitar a pressão das empresas, e, sobretudo, temos o direito, enquanto sociedade, de definir o que é um ser humano normal.

Se continuar nesse caminho, o avanço da medicina genômica será uma perda do controle, não só sobre o próprio corpo, mas também sobre o tipo de medicina que se irá ter.

Foto: Pierre Benker / Stock.xchng



Foto: Julia Freeman-Woolpert / Stock.xchng

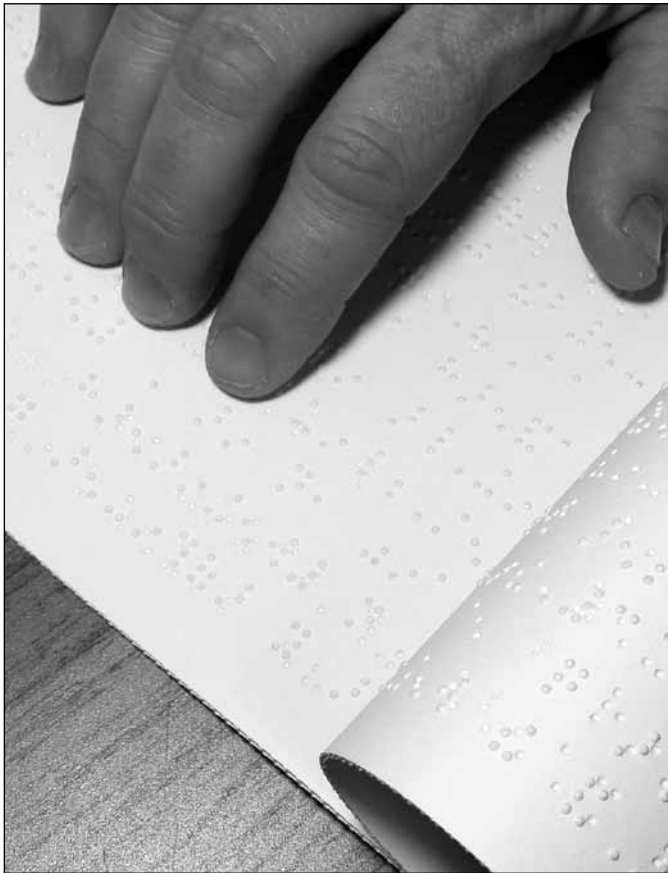


Foto: Julia Freeman-Woolpert / Stock.xchng



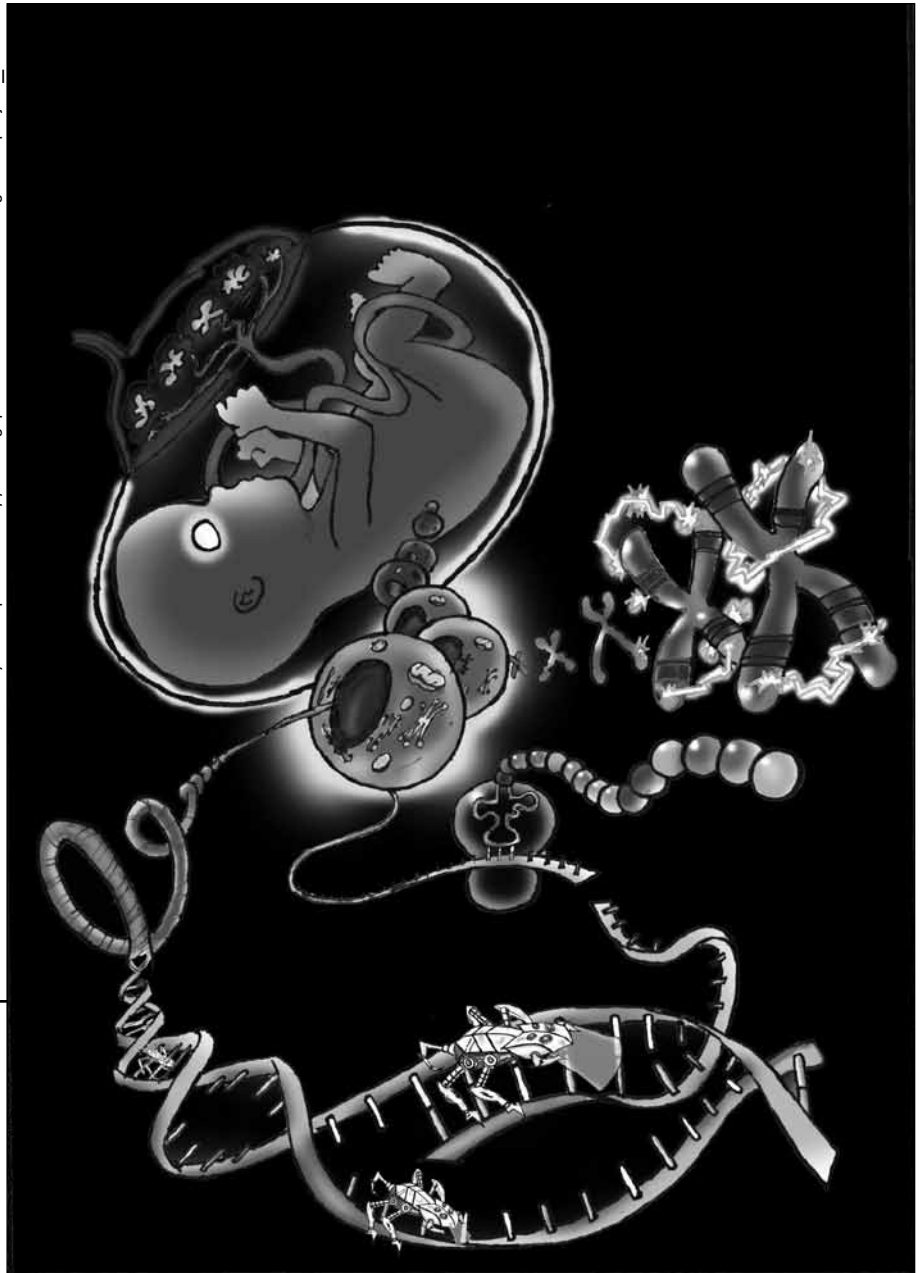
Foto: Jenny Erickson / Stock.xchng



A Declaração Universal da UNESCO sobre o Genoma Humano e os Direitos Humanos proíbe a discriminação genética em seu artigo 6º: *Ninguém poderá ser objeto de discriminações fundadas em suas características genéticas, cujo objeto ou efeito seria atentar contra seus direitos humanos e liberdades fundamentais e o reconhecimento de sua dignidade.*

Mas, como a UNESCO, nessa declaração, deixou de fora temas de grande impacto, como a possibilidade de patentear genes humanos, é necessário pressionar para que a Comissão de Direitos Humanos da ONU desenvolva uma Convenção sobre as novas tecnologias genômicas.

Ilustração: http://shaheeriyad.blogspot.com/2009/11/human-genom-project_25.html



Gattaca

O filme norte-americano, de 1997, se passa em um tempo futuro e mostra uma sociedade em que as corporações tornaram-se mais poderosas do que o Estado, e em que a manipulação genética criou uma nova espécie de preconceito e hierarquia racial, legitimada pela ciência.

Aos pais que desejam ter filhos é dada a oportunidade de manipular a interação entre seus DNAs de modo que gerem filhos com a melhor combinação possível de qualidades genéticas. Esse procedimento acaba criando duas categorias diferentes de pessoas: os Válidos, frutos da combinação genética planejada, que são quase super-homens, com raras doenças genéticas; e os Inválidos, frutos de nossa interação sexual usual. Aos Válidos são oferecidos os melhores empregos e as melhores oportunidades, enquanto os Inválidos chegam a ser impedidos de frequentar determinados lugares.

Gattaca é um ensaio sobre o que pode ser uma sociedade em que o destino das pessoas esteja pré-determinado cientificamente, em que não haja o mínimo espaço para a ação do indivíduo na construção de seu próprio futuro.

Também é uma reflexão sobre como a ciência pode ser usada para legitimar e, no caso, criar uma hierarquia social, principalmente se feita sem crítica e sem o controle da sociedade.

Epigenética ou por que os genes não controlam nosso destino

Cada vez mais se comprova que a ideia de que a expressão dos genes é controlada só pelos genes é apenas uma visão muito estreita da realidade.

A epigenética, que quer dizer “sobre/acima da genética”, é um campo de conhecimento que vem se desenvolvendo muito nos últimos anos. Ela tem mostrado que fatores do ambiente, tais como o tipo de alimentação, o nível de atividade física, estresses, emoções, etc. são muito mais atuantes do que se imaginava para ativar ou desativar genes. E que essa influência acontece ao longo da vida.

Esses fatores influenciam os genes, apesar de não causar modificações na sua estrutura, ou seja, não alteram a sequência de nucleotídeos do DNA. Isso explica, por exemplo, por que gêmeos univitelinos, que têm carga hereditária idêntica, podem desenvolver doenças distintas.

E essas variações não-genéticas, adquiridas no ciclo de vida de um organismo, podem eventualmente ser passadas para seus descendentes. A chamada herança epigenética modifica a capacidade de um gene se manifestar na prole. Ou seja, é possível passar para descendentes características adquiridas durante a vida de um organismo.

É uma área de conhecimento que tem implicações na agricultura, na biologia em geral e nas doenças que atingem a humanidade.

Os fatores epigenéticos contribuem para as diferenças na suscetibilidade a doenças como o câncer, artrites, depressão, distúrbios psíquicos e emocionais, etc. Portanto, o futuro da prevenção de doenças depende menos dos genes e mais de como eles são ativados ou desativados.



Foto: Meral Akbulut / Stock.xchng

Foto: Julia Freeman-Woolpert / Stock.xchng



Muito do que já se faz hoje é parte da resposta do que se pode fazer - ações de pressão por regulação e de resistência.

É necessário procurar resgatar cada vez mais o controle sobre nossa própria vida, sobre os alimentos que consumimos, sobre as tecnologias que nos afetam, etc.

Precisamos buscar definir que modelo de desenvolvimento queremos para manter as bases de uma vida de melhor qualidade entre os seres humanos.

Buscando instrumentos para semear autonomia:

Fortalecer a autonomia local, a sociabilidade cotidiana, a comunidade.

Repensar, em comunidade, a visão do que queremos para o nosso lugar, numa soma de saberes.

Recuperar a iniciativa própria, o criativo, identificando o que realmente precisamos, não o que nos foi imposto ou que nos querem impor.

Fortalecer os espaços de reflexão em nossa comunidade, que são também espaços de decisão entre iguais.

Entender nossa verdadeira soberania, nossa autodeterminação, que entre outras coisas, inclui a produção e o consumo de alimentos locais, cultivados e comercializados de forma sadia.



Foto: tim & annette / Stock.xchng



Foto: Tabea Huth

Parem com a Geoengenharia.

NÃO MANIPULEM A MÃE TERRA!

Nosso planeta não é seu laboratório.

Junte-se à campanha

www.nomanipulenlamadretierra.org

Promoção:



Apoio:

