

ENTREVISTA

INTERVIEW



Genética: ciência que desvenda o mundo¹

Entrevistada

Marlene Boccatto

Doutora em Biologia [Genética].

marleneboccatto@yahoo.com.br, São Paulo [Brasil]

ConScientiae Saúde. Os genes são conhecidos desde a segunda metade do século XIX, quando Gregor Johann Mendel desvendou as leis da hereditariedade e chamou de “fatores” as unidades de transmissão das características de geração a geração. Mas foi somente no início do século XX que se cunhou a palavra “gene” para designar essas unidades. O que aconteceu com o estudo da hereditariedade nesse intervalo e como foi possível chegar, mais tarde, ao DNA?²

Marlene Boccatto. Os resultados dos experimentos de Mendel sobre as leis da transmissão dos caracteres hereditários foram publicados em 1865. Entretanto, seus relatos passaram despercebidos até 1900, quando, independentemente, três pesquisadores – Hugo Marie de Vries, na Holanda; Carl Erich Correns, na Alemanha e Erich von Tschermak-Seysenegg, na Áustria – redescobriam as leis de Mendel, lançando as bases da hereditariedade a que, em 1906, William Baterson deu o nome de genética, a nova ciência.

Entre 1865 e 1900, Johannes Friedrich Miescher-Rüsch descobriu a substância que compõe o núcleo das células, a nucleína, e Walther Flemming denominou cromatina o material corável do núcleo da célula. Na realidade, a nucleína e a cromatina eram o ácido desoxirribonucléico (DNA) e Richard Altmann estabeleceu sua natureza química como ácidos nucléicos.

Em 1901, Wilhelm Johannsen criou o termo gene para designar os fatores responsáveis pela transmissão hereditária. Em 1903, Theodor Heinrich Boveri e Walter Stanborough Sutton propuseram, independentemente, que os cromossomos seriam os portadores dos genes. Coube a Thomas Hunt Morgan, em 1910, estabelecer a teoria cromossômica – Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina, em 1933. Com isso, muitos genes passaram a ser localizados pela análise de cruzamentos experimentais.

George Wells Beadle, Edward Lawrie Tatum e Joshua Lederberg, entre 1940 e 1941, iniciaram os experimentos sobre a ação dos genes – Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina, em 1958. Oswald Theodore Avery, Colin Monroe McLeod e Maclyn McCarty, em 1944, demonstram que o responsável pelo componente hereditário é o DNA. Durante a década de 40, os cientistas descobriram que uma molécula de DNA é constituída de pentose (açúcar), fosfato e quatro bases nitrogenadas – adenina, guanina, timina e citosina. E, em 1953, James Dewey Watson, Francis Harry Compton Crick e Maurice Hugh Frederick Wilkins – Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina, em 1962 – definiram a estrutura molecular do DNA (modelo de dupla-hélice). Em 1957, Crick formulou o “dogma central da biologia” – teoria dos processos vitais: DNA → RNA³ → proteína.

A partir da década de 70, os cientistas desenvolveram técnicas de manipulação do

DNA, que transformaram significativamente a genética (manipulação genética). Com essas técnicas pôde-se identificar, isolar e manipular os genes responsáveis por proteínas essenciais, caracterizar suas mutações e entender a natureza de seus produtos protéicos.

CS. Decifrada a estrutura molecular do material genético, direcionou-se a pesquisa para identificar fisicamente os genes, determinar sua seqüência de bases e associá-los a um determinado genótipo. Como noutras áreas da ciência, a genética foi-se distanciando cada vez mais do senso comum, passando a ser vista como ficção científica ou heresia. Por exemplo, os debates sobre eugenia – considerada tabu por muito tempo – estão de volta à mesa. Que avanços e benefícios o Projeto Genoma Humano (PGH) pode trazer e quais as possibilidades de os conhecimentos adquiridos virem a ser utilizados para fins de eugenia?

MB. É inquestionável a importância do PGH na identificação e mapeamento dos genes normais, principalmente dos que produzem doenças genéticas, para auxiliar no diagnóstico precoce de doenças, nos estudos de predisposição e resistência a doenças genéticas ou infecciosas e no aconselhamento genético sobre riscos de anomalias ou malformações congênitas. Com isso, melhores e mais precoces tratamentos poderão contornar as predisposições genéticas. O seqüenciamento do genoma humano é também importante para o conhecimento do DNA extragênico e suas possíveis funções.

Um dos dilemas do PGH é a patente da estrutura do gene, que poderá inviabilizar a produção dos medicamentos se estes estiverem em poder de pessoas ou entidades rivais.

Além disso, deve-se discutir se é eticamente adequado diagnosticar doenças para as quais ainda não se descobriu a cura. Entretanto, se a pessoa for informada de que tem determinado tipo de doença genética, ela poderá optar por querer ter ou não um filho, o que é um direito do ser humano.

Quanto à eugenia, que consiste no uso de medidas que visam ao melhoramento genético da espécie, os conhecimentos adquiridos com o PGH podem ser utilizados para esse fim. Essas medidas podem ser benéficas quando realizadas respeitando-se os direitos humanos, e com base em conhecimentos científicos seguros, como o aconselhamento genético.

O receio é que a eugenia seja utilizada por políticos e cientistas como medida discriminatória, como ocorreu no movimento eugênico, de 1910 a 1930, nos Estados Unidos e, posteriormente, na década de 1920, na Inglaterra, onde o Estado, com o dever de evitar a procriação daqueles que não podiam garantir condições para seus filhos, determinava fossem os membros da família separados até que o pai consentisse ser esterilizado. A eugenia foi utilizada também como a pseudociência do movimento nazista, por meio da qual Adolf Hitler pretendeu eliminar raças “impuras”, no intuito de esterilizar ou matar, em massa, os tipos considerados inferiores e estimular a procriação dos tipos pretensamente superiores.

CS. O que diferencia uma doença genética (ou hereditária) de uma doença congênita?

MB. Doença hereditária é aquela transmitida pelo pai e pela mãe para os filhos, por meio do gene. Ela pode ser determinada por um único gene (monogênica dominante), por um par

deles (monogênica recessiva) ou por vários genes (poligênica).

Defeitos, malformações e anomalias congênitas são termos utilizados para descrever os problemas de desenvolvimento presentes na ocasião do nascimento. As causas de anomalias congênitas podem ser fatores genéticos (mutações gênicas ou cromossômicas), fatores ambientais ou herança multifatorial (fatores genéticos e ambientais agindo conjuntamente). Entretanto, as causas são desconhecidas na maioria dessas anomalias (entre 50 e 60%). Portanto, uma anomalia congênita pode não ter causa genética (ou hereditária). Exemplo disso é a gestante que está gerando um embrião/feto geneticamente normal que, por utilizar drogas (álcool, cigarro etc.) ou devido a agentes infecciosos (rubéola, HIV⁴ etc.) pode sofrer malformações congênitas e ocasionar o nascimento de um bebê anormal.

CS. O que é e como funciona a terapia genética? Como são feitos os testes para detecção de doenças genéticas e quais os cuidados e riscos do estágio atual das pesquisas na área?

MB. Com as informações produzidas pelo PGH, o número de doenças caracterizadas como possuidoras de componente genético tende a aumentar (doenças hereditárias humanas). Atualmente, diversos genes humanos

podem ser localizados, isolados e clonados e, futuramente, poderão ser utilizados na terapia gênica, também chamada geneterapia, que consiste em introduzir cópias de genes em células específicas, com o objetivo de que passem a sintetizar proteínas que não eram produzidas, visando a curar ou prevenir a progressão de uma doença. Nesse caso, o alelo normal substituirá o gene patogênico. Entretanto, como a integração desse gene ocorre ao acaso e pode produzir desordens, é possível que venha a desencadear uma mutação dando origem a um neoplasma (tumor).

Nos Estados Unidos, em 1990, William French Anderson realizou, pela primeira vez, o tratamento de uma

doença genética, a síndrome da imunodeficiência combinada severa (SCID),⁵ por terapia gênica. Esta síndrome é uma forma rara e letal de disfunção do sistema imunológico que torna o portador suscetível a qualquer forma de infecção. Esse distúrbio é causado pela falta de uma enzima, a adenosina-deaminase (ADA). O gene humano responsável pela síntese da enzima ADA foi introduzido em um retrovírus que infectou células sanguíneas da paciente. Essas células, geneticamente alteradas com a capacidade de sintetizar a enzima ADA, cresceram em meio de cultura e, quando em quantidade suficiente, foram reintroduzidas na paciente. Outros exemplos da terapia gênica foram os tratamentos da fibrose cística (doença hereditária que causa distúrbios respiratórios e digestivos) e da distrofia muscular

“É inquestionável a importância na identificação dos genes para auxiliar no diagnóstico de doenças genéticas e no aconselhamento sobre riscos de anomalias ou malformações congênitas.”



(degeneração do tecido muscular que acomete meninos, provoca paralisia e pode acarretar a morte). A penetração dos genes nas células-alvo pode ser conseguida por métodos físicos, químicos e biológicos.

A terapia gênica somática é utilizada em células de diferentes tecidos não relacionados à produção de gametas e não tem aplicação eugênica. A alteração genômica só ocorre no tecido tratado e não interfere na constituição genética do indivíduo; por isso, não afeta os descendentes.

A terapia gênica germinativa consiste na introdução de genes nas células reprodutivas (ovócitos, espermatozóides ou células precursoras) ou no zigoto, que estará presente em todas as células do indivíduo, incluindo suas células reprodutivas; portanto, essa alteração genética pode vir a ser herdada pelos descendentes.

CS. É sabido que indivíduos distintos, pertencentes a uma mesma população, podem apresentar respostas diferentes a medicamentos idênticos. No caso das etnias, numerosas e variadas, pode-se afirmar que os tratamentos com terapia genética apresentarão respostas diferentes? Por quê? Podemos dizer que a chamada farmacogenética (ou farmacogenômica) já representa uma resposta terapêutica qualificada?

MB. As indústrias farmacêuticas desenvolvem medicamentos dirigidos genericamente à população. Entretanto, é fato que a maioria dos remédios não funciona para parte considerável dos pacientes. Uma dose de um determinado medicamento pode ser benéfica para uma pessoa e ineficaz ou tóxica para outra, embora tenham o mesmo diagnóstico clínico. Estima-se que entre 10% e 40% das pessoas não respondem de forma adequada à medicação. Tais

situações, em boa parte, decorrem de fatores genéticos, o que levou ao surgimento de uma nova ciência, a farmacogenética que, com o PGA, recebeu o nome de farmacogenômica. Essa nova especialidade, um tipo de terapia gênica, pretende criar medicamentos individualizados, o que evitará o risco de utilizar um remédio não eficaz ou que cause efeitos colaterais prejudiciais ao paciente.

A princípio, a farmacogenômica vai encarecer a medicina, gerar a necessidade de adequação a novas tecnologias e equipamentos, sem falar nos dilemas éticos, como a patente do gene, o que poderá inviabilizar a produção de medicamentos que estiverem em poder de pessoas ou entidades concorrentes. No entanto, as novas descobertas trarão grandes benefícios à população, como diminuição do risco de doenças, por meio de cuidados das predisposições genéticas, não-necessidade de hospitalizações prolongadas por complicações terapêuticas, ou agravamento da doença decorrente de resposta ineficaz ao tratamento. Some-se a isso a minimização do uso de drogas e de procedimentos caros devido a reações adversas aos medicamentos.

No caso das etnias, cujas diferenças podem influenciar a maneira como as pessoas respondem a um medicamento, já estão sendo produzidos medicamentos específicos.

Quanto à etnia, apesar de que existem alguns genes importantes associados a ela, que podem influenciar a maneira como as pessoas respondem a um medicamento, não existem diferenças suficientes entre os distintos grupos étnicos para permitir dissociar os seres humanos em “raças” distintas. Aliás, com exceção dos gêmeos monozigóticos (idênticos), os seres humanos, apesar de serem únicos, apresentam identidade média de 99% de seu genoma. O número de diferenças genéticas entre duas pessoas de etnias diferentes é tão frequente quanto entre indivíduos da mesma etnia.

Portanto, vista questão a partir das diferenças de DNA, não existem diferentes raças humanas, mas, sim, uma única espécie a *Homo sapiens*, cujos indivíduos apresentam variações na seqüência de nucleotídeos – polimorfismos de DNA. A maioria desses polimorfismos é composta de nucleotídeos únicos conhecidos por *single nucleotide polymorphisms* (SNPs), que constituem um elemento fundamental para o estudo da variabilidade genética humana e suas associação com diversas doenças.

No futuro, antes da prescrição de certos medicamentos, serão realizados testes genéticos no paciente, com o objetivo de criar remédios personalizados, que serão mais eficientes e eficazes e evitarão efeitos colaterais nas pessoas mais suscetíveis.

Atualmente, já existem medicamentos criados por intermédio da biotecnologia (a partir dos genes). Essas drogas são eficazes e com poucos efeitos colaterais, mas não individualizadas. Diga-se, ainda, são acessíveis a poucos, somente aos muito ricos. Já os segmentos sociais mais numerosos que dependem dos serviços públicos de saúde devem exigí-las da rede pública, se necessário por meio de processos na Justiça, ou buscá-las nas instituições de pesquisa de ponta.

CS. Os cientistas perceberam que cada comportamento, ou característica, não é resultado de um único gene, mas de muitos genes

combinados. Entretanto, ainda não é possível prever como cada gene interage com outros. Em vista disso, cabe perguntar: fatores externos, como o ambiente, podem ter influência sobre o indivíduo? Pode a genética moderna afirmar que a natureza do comportamento humano é determinada pelos genes e apenas moldada pelo ambiente?

“No futuro, serão realizados testes genéticos no paciente, com o objetivo de criar remédios personalizados, que serão mais eficientes e eficazes e evitarão efeitos colaterais.”

MB. Mesmo que, no futuro, os cientistas “construam” um zigoto com “excelentes” genes, pela terapia gênica germinativa, é importante salientar que estes determinam apenas uma predisposição genética, pois o fenótipo é produzido pela interação entre os genes e destes com o meio ambiente.

Como já foi descrito, o fenótipo = genótipo + meio ambiente. Nessa combinação, o fenótipo representa as características bioquímicas, comportamentais, fisiológicas e morfológicas identificadas em um ser vivo, e o genótipo a composição específica de alelos de uma célula, seja de toda a célula, ou, mais comumente, de um determinado gene ou grupo de genes.

Não existe determinismo genético. Por exemplo, os gêmeos univitelinos possuem o mesmo genótipo; entretanto, são diferentes em vários aspectos morfológicos, comportamentais etc.

CS. É justificável o investimento maciço em pesquisa com genômica em relação a doenças infecto-contagiosas, degenerativas, ocu-



pcionais, congênitas ou genéticas, diante dos graves problemas de saúde pública no país e da carência de recursos no setor?

MB. Como descrevi, é inquestionável a importância da pesquisa com genômica, pelos diversos fatores já citados. No entanto, não devemos esquecer que a maior parte das doenças é, ainda hoje, de origem ambiental. A saúde do homem depende da capacidade de os seres humanos administrarem a interação entre as suas atividades e o meio ambiente. O ar que respiramos, a água que bebemos e o alimento que comemos determinam nossa qualidade de vida. Você já reparou que, quando o ar está poluído, você se sente cansado? A relação é que suas células necessitam de oxigênio para produzir energia e você está “enviando-lhes”, em resposta, monóxido de carbono.

Além disso, gostaria de ressaltar que a miséria, assim como a fome, continua sendo a principal causa de doenças para a maioria da população mundial e da morte de milhões de pessoas; e o mais trágico é que toneladas de alimentos são desperdiçadas.

De acordo com o relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS), divulgado em 2005, cerca de 10,6 milhões de crianças morrem de doenças tratáveis, antes dos cinco anos de idade. Quase 90% de todas essas mortes são causadas por seis condições: condições neonatais agudas, geralmente nascimento prematuro, asfixia no nascimento e infecções (37%); infecções respiratórias, principalmente pneumonia (19%); diarreia (18%); malária (8%); sarampo (4%) e AIDS (3%). Segundo a OMS, esse número pode baixar drasticamente, apenas com procedimentos simples, tais como acompanhar a saúde da mãe e da criança, da gravidez à infância do bebê, promover a amamentação, orientar sobre o uso de mosquiteiros, hidratação e consumo de vitamina A.

CS. A exemplo da Lei de Biossegurança, as pesquisas com clonagem ainda são alvo de muita controvérsia e mesmo de oposição por parte das autoridades religiosas e parlamentares. Como a senhora vê isso?

MB. Antes de tudo, devemos diferenciar a clonagem reprodutiva da terapêutica. Uma das técnicas de clonagem é a de transferência nuclear, isto é, transferência de núcleos de células somáticas (derivadas de qualquer célula diplóide de um embrião, feto, criança ou adulto) para ovócitos sem núcleo. Esse processo permitirá gerar embriões capazes de se desenvolver, após a transferência para o útero, em um feto viável (clonagem reprodutiva) ou para serem utilizadas as células-tronco embrionárias num possível autotransplante (clonagem terapêutica). Em minha opinião, não temos necessidade da clonagem reprodutiva humana; entretanto, pesquisas com clonagem terapêutica seriam importantes. A utilização de células-tronco produzidas por esta técnica não deveria causar rejeição.

Uma das controvérsias quando se fala em clonagem surge porque alguns estudiosos e religiosos argumentam que já existe vida nos pré-embriões da fertilização assistida, assim como nos obtidos pela clonagem terapêutica. Portanto, para a obtenção das células-tronco embrionárias desses pré-embriões, os cientistas estariam destruindo uma vida. Eu, particularmente, acredito que, antes de discutir sobre quando ocorre o início da vida biológica, deve-se refletir sobre a vida com dignidade. Não adianta garantir o nascimento da criança se a sociedade não tiver condições de proporcionar-lhe uma vida digna. É importante ressaltar que, em vários países, parte considerável dos bebês morre antes do primeiro ano de vida.

Além disso, as células-tronco embrionárias dos pré-embriões da fertilização assistida

serão eliminadas de qualquer maneira. Então por que não utilizá-los para curar ou salvar uma vida? Isso sem contar o desenvolvimento das pesquisas em diferentes áreas com a utilização dessas células.

CS. A senhora poderia comentar as aplicações da clonagem em animais, plantas e seres humanos e a sua regulamentação em diferentes países?

MB. A natureza fabrica clones há milhares de anos. A palavra clone deriva do grego *klón*, que significa broto; quando o broto é separado da planta, pode ter seu desenvolvimento idêntico ao da planta-mãe. A clonagem é uma forma de reprodução assexuada que existe naturalmente em organismos unicelulares e em plantas. Nos animais, inclusive no homem, ocorre também o processo de clonagem natural que leva à formação de gêmeos idênticos.

A primeira tentativa de clonagem em laboratório foi realizada, em 1902, por Hans Spemann, separando-se as células de um embrião de uma salamandra em seu estágio inicial de multiplicação celular. O processo de clonagem pela substituição do núcleo de um ovócito por outro proveniente de uma célula de um indivíduo já existente, também denominada duplicação, foi proposto teoricamente pelo próprio Spemann, em 1938. O primeiro experimento bem-sucedido com esse tipo de clonagem foi realizado, em 1952, por Robert Briggs e Thomas J. King. Eles obtiveram os primeiros clones de rãs, a partir de núcleos de células somáticas. Durante muitos anos, isso

foi testado em diferentes espécies animais, especialmente em mamíferos.

No Brasil, já em fins de 1983, fazia-se com sucesso a segmentação de embriões de gado bovino.

Em 1996, Ian Wilmut e seus colaboradores substituíram o núcleo de um ovócito pelo de uma célula mamária proveniente de uma ovelha adulta. O resultado foi o nascimento da ovelha Dolly. Os resultados desses experimentos só foram noticiados em fevereiro de 1997.

Atualmente, estão sendo realizadas clonagens com microorganismos, plantas e animais, em diferentes países, para produção de medicamentos. Quanto à clonagem humana re-

produtiva, acredito que nenhum país a esteja realizando, mas felizmente alguns estão desenvolvendo a clonagem terapêutica, entre os quais, além de Israel e Reino Unido, podemos citar a Coreia do Sul, que criou pela primeira vez células-tronco embrionárias a partir de um embrião humano clonado, que chegou até o estágio de blastocisto com cerca de cem células. Entretanto, Estados Unidos, Portugal, Alemanha, Vaticano, Itália, Dinamarca, Finlândia, França, Espanha, Costa Rica e Filipinas são contra a clonagem humana em qualquer nível.

CS. Fala-se em criar bancos de dados com os mapas genéticos das pessoas, que poderão ser utilizados para identificação, avaliação da saúde da população e até mesmo como critério para contratação de mão-de-obra. A senhora vê possibilidades de ocorrerem esses usos?

"[...] antes de discutir sobre quando ocorre o início da vida biológica, deve-se refletir sobre a vida com dignidade."

MB. Já estão ocorrendo. Por exemplo, nos Estados Unidos, desde o início dos anos 90, existe um banco de dados, no computador, com a impressão digital (*fingerprinting*) genética de criminosos. A partir de fios de cabelo, gotas de sangue seco ou fragmentos de pele achados no local do crime, pode-se determinar a impressão digital do DNA e, com apenas um toque no *mouse*, compará-la com o banco de dados já existente no computador. Vários criminosos já foram presos dessa maneira.

Essa mesma tecnologia que torna possível identificar um criminoso pode ser usada para testar indivíduos predispostos a doenças como Alzheimer e alguns cânceres, o que permitirá melhores e mais precoces tratamentos, conforme já discutido.

No entanto, a mesma informação poderia ser usada para restringir o acesso de indivíduos ao seguro saúde (e, portanto, ao tratamento de saúde), ao seguro de vida e mesmo a certos trabalhos, isso sem esquecer a questão da eugenia.

Outro exemplo de banco de dados é o que está sendo construído pelo Instituto Oscar Freire, da Universidade de São Paulo (USP). Este banco tem por objetivo a localização de crianças desaparecidas.

Portanto, esses bancos de dados, dependendo de como são utilizados, podem ser úteis.

CS. Recentemente, foi aprovada a Lei de Biossegurança que autoriza e regula as pesquisas com células-tronco e reconhece a importância dos transgênicos. No campo da pesquisa genética, quais as novas disposições que deverão reger o trabalho dos cientistas?

MB. Nos próximos anos, pretende-se realizar estudos com células-tronco embrionárias, uma vez que elas possuem grande potencial

não só para a terapia, mas também para o estudo do controle genético, visto que a ativação ou desativação dos genes é a base para a produção dos diferentes tipos de células (diferenciação celular).

Além disso, com as técnicas da manipulação genética, pode-se isolar e transferir um gene de um organismo para o genoma de outro ser vivo, produzindo, assim, organismos geneticamente modificados (OGMs). E se esses organismos forem de espécies diferentes serão denominados organismos transgênicos. Portanto, é possível transferir gene humano para uma bactéria, como ocorreu na produção de insulina, ou para outro animal ou planta, para produção de novos medicamentos.

Em janeiro de 2001, foi divulgado o nascimento do primeiro primata transgênico, um macaco rhesus, denominado Andi (um trocadilho com *Inserted DNA*, ou “ADN inserido”) que teve incluído em seu patrimônio genético um gene de medusa. Esse experimento foi importante para demonstrar que é possível criar animais transgênicos próximos à espécie humana.

Existem várias linhagens de animais transgênicos, para estudos, que desenvolvem doenças humanas, tais como tumores, diabetes, obesidade e distúrbios neurológicos. Outra possibilidade é a utilização desses animais na área de xenotransplante – os porcos, por exemplo – e para produção de proteínas e outras substâncias, como a ovelha Dolly, na qual se introduziu um gene para produzir, no seu leite, uma proteína visando à obtenção de medicamento para tratamento da fibrose cística. Esses animais transgênicos poderão ser clonados. Um dos principais benefícios que poderão surgir da associação de organismos transgênicos e da clonagem é a possibilidade de redução de tempo e custo na produção em série de produtos biológicos.

É possível utilizar também os OGMs para melhorar a qualidade e resistência de plantas e animais. Além disso, a produção de vacinas gênicas para diferentes doenças e a farmacogenômica são outros campos de pesquisas em desenvolvimento.

Mas permanece a pergunta: será que as pessoas que levantam a bandeira contra as plantas transgênicas, como a soja, também são contra a utilização dos transgênicos para a produção de medicamentos como a insulina?

CS. Para aprovação da Lei de Biossegurança, houve grande mobilização dos cientistas, principalmente no tocante à divulgação científica, ao esclarecimento do tema etc. Poderia ser esse o caminho para tratar de temas complexos e pouco discutidos como a genética ou mesmo a saúde pública? Qual vem sendo o papel da mídia na divulgação científica?

MB. Particularmente, acredito que tão ou mais importante que o desenvolvimento da ciência da genética ou de qualquer outra área é a aplicação de verbas na educação, mas uma educação de qualidade para todos, o que poderia proporcionar a consciência da cidadania para que, em uma democracia como a nossa, os cidadãos, exercendo seu direito de voto, pudessem eleger políticos preocupados em realizar um grande sonho: qualidade de vida para toda a população. É fato: se o básico necessário

– educação, saúde, transporte e moradia – fosse garantido a todas as pessoas, muitas doenças seriam evitadas.

Quanto à divulgação científica, esta tem importante papel na difusão de ciência e tecnologia numa sociedade em constantes mu-

danças e questionamentos, de maneira honesta e não sensacionalista. A educação científica deve começar no ensino fundamental; entretanto, o espaço destinado à divulgação científica nos meios de comunicação, embora pequeno, deveria prestar um melhor serviço, mais qualificado na formação e não apenas informar os fatos. Ressalte-se o compromisso social dos meios de comunicação, pois é por meio de-

les que a população toma conhecimento do que está ocorrendo no ambiente científico, no Brasil e no mundo.

“[...] será que as pessoas que levantam a bandeira contra as plantas transgênicas, como a soja, também são contra a utilização dos transgênicos para a produção de medicamentos como a insulina?”

Notas

- 1 Participaram da elaboração desta entrevista os professores Armando Luís Serra, Eduardo Santos e Terezinha Regina Prúpere Ogata.
- 2 DNA, do inglês *deoxyribonucleic acid*, ou ácido desoxirribonucléico (ADN).
- 3 RNA, do inglês *ribonucleic acid*, ou ácido ribonucléico.
- 4 HIV, do inglês *human immunodeficiency virus* ou vírus de imunodeficiência adquirida, agente causador da síndrome de imunodeficiência adquirida (SIDA ou AIDS, do inglês *acquired immunological deficiency syndrome*).
- 5 SCID (do inglês *severe combined immunodeficiency*), conhecida como a “doença da bolha”.



