

Agricultura

Dimensões de seus novos desafios e conquistas

Carlos Bloch Jr.¹

Introdução

O presente artigo tem como principal motivação o desejo de compartilhar algumas expectativas, reflexões e fatos relevantes que possam contribuir para a elaboração de políticas que possibilitem avanços significativos nos modos de produção de alimentos, de forma a contemplar responsabilmente a preservação da variabilidade genética de que ainda dispomos. O setor agrícola foi escolhido, em meio a tantos outros, tão-somente como modelo estratégico de avaliação, devido muito mais à minha proximidade circunstancial com a área, do que a qualquer mérito profissional ou mesmo à minha autoridade acadêmica no assunto.

A questão de como são vistas as coisas

Intui-se facilmente com o auxílio da linguagem matemática, que um conjunto de menores dimensões jamais poderá conter um outro que seja maior que ele próprio. Em termos filosóficos, o célebre pensador judeu holandês Espinosa (Baruch Spinoza, 1632-1677), considerava que, para compreender o universo, é necessário libertar-se dele e, por conseqüência, para compreender-se tudo, é preciso ser livre de tudo. Se é verdade que o homem é escravo de tudo que ignora, por conseguinte a ignorância o mantém em uma condição menor do que a daquele que detém a compreensão, pois aquele que compreende torna-se, necessariamente,

maior e mais livre, do que aquele que é compreendido.

Assim, o que parece ser para toda e qualquer atividade humana, com a agricultura não poderia ser diferente. Após milhares de anos de extrativismo e observação da natureza ao seu redor, o homem conseguiu extrair também dela alguns princípios básicos de renovação e manejo de seres vivos, os quais se constituem até hoje nos fundamentos da agroatividade moderna. Séculos de observação e experimentação testemunham o laborioso e contínuo processo de aprendizado e compreensão dos mais variados aspectos desse setor, cuja importância não tem precedentes quando avaliada à luz da sobrevivência, manutenção e desenvolvimento do ser humano. Basta lembrar que sem alimento não há vida. O setor agrícola, talvez por essa razão, teve que aprender rapidamente a não mais depender de práticas meramente predatórias dos recursos naturais, como ainda é o caso de outros setores. A agricultura foi, provavelmente, a primeira atividade produtiva a inaugurar a era da renovação consciente da energia por meio de numerosas ações intencionais de reciclagem de nutrientes.

Sob a óptica espinosiana, a agricultura pode ser considerada um dos mais antigos exemplos de elevação da condição humana. A partir do domínio de alguns princípios fundamentais dessa atividade, o homem demonstrou a capacidade de sair de um estado inicial de ser “compreendido” pela natureza, para um patamar mais elevado, o

¹ Pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Laboratório de Espectrometria de Massa.

de "compreensor" de pelo menos parte dela. Progressivamente torna-se livre da histórica dimensão politeísta minimizante, na qual as relações de causa e efeito de um determinado evento natural não mais poderiam estar circunscritas a um cenário mítico de imagens, de sacrifícios expiatórios e do eterno obséquio de oblações divinas, que não correspondiam à realidade.

Em termos matemáticos, o desenvolvimento das Ciências Agrárias pode ser comparável à invenção do zero. Da mesma forma que esse algarismo proporcionou aumento na precisão dos cálculos, trazendo enorme avanço às demais ciências, a Agricultura, como registra a História, ofereceu uma nova dimensão ao esforço de sobrevivência para as dezenas de espécies diferentes de homínidos nômades, completamente à mercê do que pudessem extrair das savanas africanas e elevou, pelo menos uma delas, à categoria de operadora dessa poderosa ferramenta de subsistência, detentora de significativo grau de previsibilidade e acurácia.

Em suma, a Agricultura permitiu ao homem sair da condição de apenas mais um elemento contido no complexo "conjunto" dos seres vivos, cujas dimensões físicas e comportamentais eram simplesmente indomáveis, para conceber e manipular um novo "subconjunto" particularmente seu, sob constante interferência sua, no qual variáveis importantes, até então imperscrutáveis, passaram a ser conhecidas e administradas, proporcionando assim a primazia atual de nossa espécie sobre as demais.

Conseqüências de uma visão incompleta das coisas

Contudo, parece que se está chegando aos limites tecnológicos e conceituais dessas invenções. O assustador aumento das áreas de intercessão destrutiva entre o conjunto das atividades agroindustriais e o conjunto dos últimos biomas depositários do patrimônio genético diversificado representa a mais clara evidência de que alguma

mudança sistêmica na compreensão desse modelo de produção precisa ser feita.

O subconjunto agricultura que se conhece, só pôde surgir porque sempre foi subordinado ao domínio da biodiversidade e, por conseqüência, amplamente contido no conjunto maior do ecossistema terrestre. Não pode-se esquecer jamais de que a biodiversidade foi sempre a base da sobrevivência humana e que, diante de pressões evolutivas mais variadas, foi ela que sempre funcionou como um tipo de "apólice de seguro" para a conservação da vida e, como tal, precisa continuar. Mediante o surgimento de acontecimentos inesperados no futuro, ela representa reais possibilidades de alternativa de sobrevivência e desenvolvimento, constituindo uma resposta adequada a eventuais decréscimos de suprimento, tanto para nós como para todas as demais espécies.

O que seria capaz de unificar esses dois processos que agora se apresentam tão divergentes? Como se poderia compatibilizar o desenvolvimento agrícola à imperativa necessidade de manutenção da biodiversidade? Diferentemente do parasitismo predatório, que aniquila a sua fonte primordial de sobrevivência, o modo de produção de alimentos para o ser humano precisa desenvolver alternativas análogas ao do seu próprio processo de reprodução. Ou seja, assim como o feto não pode permanecer *ad eternum* no ventre de sua mãe, sob pena de provocar a morte de ambos, precisando continuar o seu desenvolvimento em outra dimensão, fora do útero, a agricultura terá que encontrar novas formas, parâmetros de preservação e desenvolvimento, diante não somente das condições ora experimentadas, mas, sobretudo daquelas que serão enfrentadas futuramente. Para a sobrevivência de todas as espécies, principal-mente aquelas mais ameaçadas pela natureza, pela voracidade do comportamento do homem, outra dimensão que permita o desenvolvimento da atividade agrícola e que, ao mesmo tempo, permita a manutenção da variedade de seres vivos que ainda existe, terá que ser encontrada.

Mas será que já não existe essa nova dimensão ou pelo menos elementos que permitam

a humanidade vislumbrá-la? Acredita-se que sim, e não se trata da colonização de novos planetas. As ferramentas tecnológicas que vêm sendo produzidas, desde o último século, já fornecem valiosas pistas de como já se pode desenvolver estratégias para se chegar a uma compreensão maior e "pra fora" desse sistema que limita o homem.

O estado da arte

A era pós-genômica, com suas contribuições conceituais e metodológicas, talvez seja a mais importante de todas nesse aspecto. A capacidade de se desvendar o código genético completo de várias espécies de seres vivos colocou o homem diante da real possibilidade de identificar o conjunto de genes mínimos necessários para que a vida possa existir. O Projeto Genoma Mínimo (HUTCHISON III et al., 1999), iniciado em dezembro de 1999 por pesquisadores da The Institute of Genomic Research (TIGR), <http://www.tigr.org/minimal/>, não somente abriu a perspectiva de se conhecer (MARSHALL, 2002), quantificar (SMALLEY et al., 2003), compreender a ordenação (FEDOROV; HARTMAN, 2004) e a hierarquização dos agentes fundamentais da vida (KATINKA et al., 2001), mas principalmente ofereceu a expectativa de um dia se poder emulá-los, completa ou parcialmente (ISLA et al., 2004), em favor de um processo de produção de alimentos mais eficientes e muito menos agressivos às demais espécies.

De modo geral, os últimos avanços nos permitem sugerir propostas que conduzam a uma progressiva substituição dos atuais meios de produção de nutrientes, já identificados como fonte de enorme desperdício energético e sobrecarga ambiental, por meio de processos equivalentes oriundos da utilização de novos seres com genomas minimamente desenhados para esse fim. A criação de organismos com eficiência metabólica selecionada para cumprir uma determinada função, de maneira sistemática, precisa e menos dispendiosa, não é novidade para o setor agrícola. Gado leiteiro, cavalos de corrida, cultivares mais resistentes a patógenos são apenas alguns poucos

exemplos consagrados da incessante busca por melhoria da produtividade. Contudo, se os avanços que vimos registrando até agora não significam, necessariamente, uma redução global do desperdício energético ou do impacto ambiental que se deseja para atingir o equilíbrio de sobrevivência de todos, tampouco a pura e simples criação de novos organismos "mais eficientes", porém descontextualizados dessas premissas, resolverá o problema.

O desafio primário que agora se enfrenta não está somente no que se busca, mas sim na escala de trabalho (WHITESIDES, 2003) do que se procura e em suas conseqüências. A criação de organismos com genoma mínimo pode ser emblemática dentro dessa perspectiva de crescimento futuro, mas esbarra na capacidade de se desenvolver, desde já, as ferramentas apropriadas (FREDERIX et al., 2005) para efetuar essa tarefa satisfatoriamente e, ao mesmo tempo, monitorar os seus efeitos colaterais. Assim como se foi capaz de desenvolver telescópios, sondas espaciais e todo tipo de artefato, desde a escala cósmica até a manipulação microscópica, precisa-se compreender melhor o ambiente específico da escala nanobiológica (PENNADAM et al., 2004), as leis que a ele se aplicam (BALL, 2005) e os seus limites (GRUNWALD, 2004).

Por onde começar?

Iniciativas de pesquisa em Nanobiotecnologia começam a florescer por todo o mundo inclusive no Brasil (DURÁN, 2004). Os órgãos de fomento à pesquisa, bem como várias instituições científicas nacionais demonstram concretamente que não estão alheios a essa tendência e já iniciaram uma decisiva reestruturação de seus quadros e recursos com esse propósito.

A Embrapa, a partir de décadas de investimento nas áreas de biosensores, de biologia molecular, de biofísica e de bioquímica direcionadas à resolução de problemas do setor agropecuário, encontra-se hoje em uma posição estrategicamente privilegiada de inserção nesse novo contexto da pesquisa científica. A sistemática

demonstração de sua capacidade de acesso qualificado ao sistema biológico, associada à compreensão das constantes necessidades de gerar soluções tecnológicas inovadoras para problemas de um agronegócio interno crescentemente globalizado, atesta o enorme potencial de crescimento científico e produção industrial que se espera.

Exemplos como o da Língua Eletrônica (RIUL JUNIOR et al., 2003), da capacidade de manipulação e desenvolvimento de clones animais (IGUMA et al., 2005), de transferência de genes para embriões (RIBEIRO et al., 2001) e de métodos e processos em escala molecular que garantam rastreabilidade e segurança alimentar (BLOCH JUNIOR et al., 2002) são alguns registros do sucesso da instituição no uso de nano ferramentas, quando ainda nem eram reconhecidas como tal. Tais referências mostram que os fundamentos desse novo ramo do conhecimento, a nanobiotecnologia a serviço do agronegócio, estão associados ao cotidiano de trabalho da Embrapa, constituindo um tema de crescente interesse entre os seus pesquisadores.

Projetos que contemplem a urgente necessidade de desenvolvimento de testes para a detecção direta, rápida e inequívoca de vírus como o da "influenza asiática"; de métodos confiáveis e práticos para diferenciação in vivo de prions infectivos; para rastreabilidade molecular de animais de corte que não só possibilite avaliações de sanidade, desde o nascimento até o seu ponto final de utilização, mas também que sejam viáveis sob o ponto de vista econômico são alguns dos desafios atualmente assumidos por vários grupos de pesquisa da Embrapa e que ilustram a expressiva demanda por ferramentas e abordagens nanotecnológicas.

Conclusão

É fato que as iniciativas em nanobiotecnologia, divulgadas até o momento, podem ser consideradas muito tímidas e ainda bem distantes, quando comparadas àquelas necessárias para se

atingir o domínio tecnológico que a utilização rotineira de organismos com genomas minimamente desenhados para o agronegócio exige. Contudo, é da maior importância registrar-se que esses são tempos decisivos para a consolidação de novos fundamentos técnicos, conceituais e éticos muito mais abrangentes do que aqueles com os quais hoje se trabalha. Urge a necessidade de uma visão mais qualificada sobre fluxo energético e sobre os meios de sustentação da vida no planeta, para que possa ser pensada dentro de bases científicas sólidas e não permaneça refém de especulações feitas ao sabor de cenários conjunturais ou modismos tecnológicos.

Esse é, sem dúvida, o maior desafio de todos. Seria um desperdício incalculável inaugurar um novo capítulo da ciência, em um setor da atividade humana tão importante como a agricultura, limitado pelo mesmo olhar antropocêntrico que vem caracterizando a esmagadora maioria de todas as ações. Precisa-se, sim, resolver os problemas de hoje com a maior competência técnico-científica possível. Contudo, é preciso ir mais além. É necessário planejamento de atividades de pesquisa, produção e uso dos recursos disponíveis de uma forma mais conseqüente: deslocando o foco do subconjunto que foi inventado, direcionando-o para o conjunto do ecossistema terrestre como um todo.

A nanobiotecnologia aplicada à agricultura, sob todos os aspectos, parece ser o melhor ambiente possível para que se possa desvendar os caminhos que poderão levar o homem a essa nova dimensão de manutenção da vida que tanto se precisa. A escala nanométrica exige que a nossa mente macroscópica (algumas vezes cósmica) elabore estratégias que a liberte dos seus limites físicos e psicológicos inatos, para "enxergar" no "invisível" os espaços de trabalho, as oportunidades de interações, de desenvolvimento e de criação, inconcebíveis para a maior parte das gerações anteriores. Quem sabe, nesse processo de busca pelos pontos de intercessão entre o infinitésimo e o infinito encontre-se o que de fato está faltando.

Glossário

Conjunto: Reunião de objetos, determinados e diferenciáveis, quer esses objetos pertençam à realidade exterior, quer sejam objetos do pensamento.

Domínio: Conjunto a que uma variável está confinada.

Subconjunto: Conjunto cujos elementos pertencem a outro conjunto; conjunto que está contido em outro; subclasse.

Referências

- BALL, P. Synthetic biology for nanotechnology. *Nanotechnology*, Bristol, v. 16, n. 1, p. R1-R8, Jan. 2005.
- BLOCH JUNIOR, C.; PRATES, M. V.; CASTRO, C. S. P. de. Método de detecção de proteínas animais em misturas complexas. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002.
- DURÁN, N. (Coord.). Rede nacional de nanobiotecnologia. 2004. Disponível em: <<http://www.nanobiotec.iqm.unicamp.br/>>. Acesso em: 16 jan. 2006.
- FEDOROV, A.; HARTMAN, H. What does the microsporidian *E. cuniculi* tell us about the origin of the eukaryotic cell? *Journal of Molecular Evolution*, Cambridge, v. 59, n. 5, p.695-702, Nov. 2004.
- FREDERIX, P. L. T. M.; GULLO, M. R.; AKIYAMA, T.; TONIN, A.; ROOIJ, N. F. de; STAUFER, U.; ENGEL, A. Assessment of insulated conductive cantilevers for biology and electrochemistry. *Nanotechnology*, Bristol, v. 16, n. 8, p. 997-1005, Aug. 2005.
- GRUNWALD, A. O. The case of nanobiotecnology: towards a prospective risk assessment. *EMBO Reports*, London, v. 5, p. S32-S36, Sp. Iss. Oct. 2004.
- HUTCHISON III, C. A.; PETERSON, S. N.; GILL, S. R.; CLINE, R. T.; WHITE, O.; FRASER, C. M.; SMITH, H. O.; VENTER, J. C. Global transposon mutagenesis and a minimal mycoplasma genome, *Science*, Washington, v. 286, n. 5447, p. 2165-2169, Dec. 1999.
- IGUMA, L. T.; LISAIKAS, S. F. C.; MELO, E. O.; FRANCO, M. M.; PIVATO, I.; VIANNA, G. R.; SOUSA, R. V.; DODE, M. A. N.; ARAGÃO, F. J. L.; RECH, E. L.; RUMPF, R. Development of bovine embryos reconstructed by nuclear transfer of transfected and non-transfected adult fibroblast cells. *Genetics Molecular Research*, Ribeirão Preto, v. 4, n. 1, p. 55-66, Mar. 2005.
- ISLAS, S.; BECERRA, A.; LUISI, P. L.; LAZCANO, A. Comparative genomics and the gene complement of a minimal cell. *Origins of Life Evolution of the Biosphere*, Dordrecht, v. 34, n. 1-2, p. 243-256, Feb. 2004.
- KATINKA, M. D.; DUPRAT, S.; CORNILLOT, E.; METENIER, G.; THOMARAT, F.; PRENSIER, G.; BARBE, V.; PEYRETAILLADE, E.; BROTTIER, P.; WINCKER, P.; DELBAC, F.; EL ALAOUI, H.; PEYRET, P.; SAURIN, W.; GOUY, M.; WEISSENBACH, J.; VIVARES, C. P. Genome sequence and gene compaction of the eukaryote parasite *Encephalitozoon cuniculi*. *Nature*, London, v. 414, n. 6862, p. 450-453, Nov. 2001.
- MARSHALL, E. Genetics: Venter gets down to life's basics. *Science*, Washington, v. 298, n. 5599, p. 1701, Nov. 2002.
- PENNADAM, S. S.; FIRMAN, K.; ALEXANDER, C.; GÓRECKI, D. C. Protein-polymer nano-machines. *Towards synthetic control of biological processes*. *Journal of Nanobiotechnology*, v. 2, n. 8, Sept. 2004.
- RIBEIRO, L. A.; MARIANI, P. D.; AZEVEDO, J. L.; RECH, E. L.; SCMIDT, G. S.; COUTINHO, L. L. A biolistic process for in vitro gene transfer into chicken embryos. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Ribeirão Preto, SP, v. 34, n. 9, p. 1115-1124, Sept. 2001.
- RIUL JUNIOR, A.; MALMEGRIM, R. R.; FONSECA, F. J.; MATTOSO, L. H. C. An artificial taste sensor based on conducting polymers. *Biosensors and Bioelectronics*, Oxon, v. 18, n. 11, p. 1365-1369, Oct. 2003.
- SMALLEY, D. J.; WHITELEY, M.; CONWAY, T. In search of the minimal *Escherichia coli* genome. *Trends in Microbiology*, London, v. 11, n. 1, p. 6-8, Jan. 2003.
- WHITESIDES, G. M. The 'right' size in nanobiotechnology. *Nature Biotechnology*, New York, v. 21, n. 10, p. 1161-1165, Oct. 2003.