
A conformação dos grupos de pesquisa em biotecnologia da cana de açúcar na região norte-fluminense: a perspectiva do “novo sistemismo”

The conformation of groups of biotechnological research of sugarcane in the north of the State of Rio de Janeiro: from a perspective of a “new systemism”

Adelia Maria Miglievich Ribeiro¹

miglievich@gmail.com

Fabricio Monteiro Neves²

fabriciomneves@hotmail.com

Resumo

Através da Teoria dos Sistemas Sociais do sociólogo alemão Niklas Luhmann, discutimos os subsistemas científico e tecnológico; econômico; político e jurídico na geração da biotecnologia da cana-de-açúcar na região norte-fluminense, com ênfase a Campos dos Goytacazes, onde se encontram os grupos de pesquisa, respectivamente, sediados na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). No estudo de caso, nas análises de projetos e documentos e nas entrevistas realizadas, verificamos os processos de interação entre sistemas funcionais diferenciados acontecendo no cotidiano da prática científica assim como, em função da estrutura de expectativa dos grupos, as distintas formas de assimilação e reação às informações do ambiente. Nos resultados, enfatizamos o quanto a produção local de biotecnologia moderna necessita de políticas públicas direcionadas para se efetuar. Confirmamos, assim, a tendência de que o processo de geração de tecnologia em países periféricos funciona graças a um acoplamento estrutural entre Estado, ciência e economia, ao passo que, em países centrais, este processo se dê independentemente do protagonismo do primeiro.

Palavras-chave: ciência e tecnologia, teoria dos sistemas, Niklas Luhmann, biotecnologia, cana de açúcar.

Abstract

Through the Theory of the Social Systems of the German sociologist Niklas Luhmann, we argue about the scientific, technological, economic, legal and political standing subsystems in the generation of the biotechnology of sugarcane in the North of Rio de Janeiro state, Brazil. We give particular emphasis to Campos dos Goytacazes, where the groups of research are settled, hosted at Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) and at Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro (UFRRJ). In the case hereof, we verify the processes of interaction between functional differentiated daily systems of the scientific practice through the analyses of projects and documents and based on interviews. We also confirm the distinct forms of assimilation and reaction to the information of the environment by

¹ Dra. em Sociologia IFCS/UFRJ; professora LEEA-CCH/UENF (Universidade Estadual do Norte Fluminense), membro do Programa de Pós-Graduação em Políticas Sociais (PPGPS/UENF); co-líder do Grupo de Pesquisa CNPq “Teorias Sociais, Polêmicas e Sínteses” e “Emancipação e Cidadania”.

² Mestre em Políticas Sociais (PPGPS/CCH/UENF); doutorando (Programa de Pós-Graduação em Sociologia / Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

the structure of expectation of the groups. As a result, we emphasize how much local production of modern biotechnology needs oriented public policies to carry it out. We confirm, thus, the tendency that the process of generation of technology in peripheral countries works due to a structural coupling between State, science and economy, whereas, in the main countries, this process is made independently of the main performance of the first one.

Key words: science and technology, theory of system, Niklas Luhmann, biotechnology.

O ruído ou a subtração do ar, ou a distância espacial,
podem impedir que se efetue a comunicação verbal.
Os livros podem queimar-se.
Mas nenhum fogo pode chegar a escrever um livro.
(Luhmann e De Georgi)

Introdução

Estudar o sistema científico em sua lógica relacional com os diversos sistemas sociais localizados em seu entorno, que se reproduzem através de suas estruturas próprias criando internamente condições para a Inovação e Tecnologia, é a proposta contida neste artigo. Assumimos, pois, que o *novo sistemismo* do sociólogo alemão Niklas Luhmann (1927 – 1998) permite-nos observar as operações que visam à reprodução sistêmica de grupos de pesquisa bem como a forma como tais operações repercutem na prática científica e em seu entorno, na promoção – ou não – da inovação tecnológica.

Ao mesmo tempo em que se buscou nas relações entre sistemas, na rede de fatores que estes emanam e recebem do entorno, as condições propícias à inovação e à geração de tecnologia, levou-se em conta que tais relações dependem da estrutura interna de cada sistema e do modo auto-referenciado com que cada um trata esta relação.

De acordo com a perspectiva que adotamos aqui, todo conhecimento – e, também, o conhecimento científico – é uma redução da complexidade do real já que nenhum sistema é capaz de abarcar toda a complexidade do mundo. Nesse sentido, nossa pesquisa também operou com seleções, feitas segundo a metodologia da pesquisa científica, uma vez que é

a ciência o sistema social de onde partem nossas observações. Ressalta-se, pois, a característica *autológica* que todo trabalho científico apresenta³.

Nossa seleção incluiu três grupos de pesquisa em Campos dos Goytacazes, os quais constituem a totalidade das experiências em biotecnologia da cana-de-açúcar⁴ na região norte fluminense, examinados no período de 2003 e 2004. Um dos grupos desenvolve-se no interior da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em seu campus avançado Dr. Leonel Miranda, no Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar, criado em 1973 (grupo 1), os outros dois estão na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF)⁵, surgidos após o ano 2000, a saber, o Núcleo de Sequenciamento de DNA Vegetal (grupo 2), e o Grupo de Pesquisa de Bactérias Endofíticas (grupo 3).

Importa aqui situar a UENF dada sua “juventude” no cenário científico no Brasil. Criada por Lei Estadual em 10 de dezembro de 1992, a Universidade está sediada ao norte do Estado do Rio de Janeiro, numa das regiões marcadas pelo alto grau de contraste entre riqueza e pobreza, economia “moderna” e sistemas de produção “arcaicos”, a exemplo, de um lado, do petróleo que gera um desenvolvimento regional de alto risco para a comunidade local, majoritariamente excluída do “novo” mercado, e para o ambiente vulnerabilizado por sucessivas agressões, e, de outro lado, da produção de cerâmica a lenha e do trabalho sazonal e precarizado do “corte de cana”. O projeto UENF, em suas ambigüidades, traz a marca de seu autor, Darcy Ribeiro (1922-1997) que destinou a ainda hoje “caçula” das universidades públicas no Brasil, a “missão” de “trabalhar na fronteira do saber”, enfatizando a pesquisa e o desenvolvimento, na produção de ciência, tecnologia e inovação.

³ Tratando-se ainda de uma pesquisa sociológica, utilizamos processos de observação e análise específicos deste campo de conhecimento, os quais funcionam, também, reproduzindo o código binário verdadeiro/ não verdadeiro, característico da ciência.

⁴ A biotecnologia diz respeito a uma atividade tão antiga como fabricar cerveja ou criar plantas ou animais procurando melhorar suas qualidades ou funções. A ciência moderna forneceu os meios para aumentar o grau de manipulação e de engenharia dos seres vivos, por meio de instrumentos como a recombinação do DNA, o hibridoma e imunodiagnósticos. Esses instrumentos permitiram novas atividades e novos resultados em biotecnologia. Nesta pesquisa, tratamos apenas da biotecnologia da cana de açúcar que, como será discutido adiante, pode envolver ou não experimentos de transgenia.

⁵ O tema é objeto de estudo da pesquisa Universidade, Conhecimento e Missão: círculos sociais, redes e formação da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro desenvolvida por Dra. Adelia Miglievich - APQ1-FAPERJ. Cabe ainda citar a produção de colegas do Núcleo de Estudos em Teoria Social (NETS/UENF): Paulo S. Ribeiro da Silva Jr., Modernização e suas contradições: notas sobre a experiência da interação LAMAV/UENF e a indústria cerâmica em Campos dos Goytacazes-RJ; Marcia Mérida Aguiar, Ciência como política: um estudo dos ‘híbridos’ da modernidade na Universidade do Terceiro Milênio; Glauber Rabelo Matias, Uma sociologia dos círculos sociais em Campos dos Goytacazes: Darcy Ribeiro e intelectuais na construção da Universidade Estadual do Norte Fluminense.

Mediante o exame da elaboração dos projetos, relatórios, teses, publicações e das entrevistas realizadas com participantes dos grupos de pesquisa citados, buscou-se reconstituir a estrutura interna e os processos constituintes da biotecnologia com ênfase na interação entre outros três sistemas: político, econômico e jurídico ⁶.

Por fim, o artigo também cumpre o objetivo de participar dos debates mais amplos acerca da pesquisa no Brasil, na América Latina, na chamada “modernidade periférica”. Tem-se em vista que, não de hoje, o avanço tecnológico indica o “lugar” do Estado-Nação nas relações mundiais de dominação. O processo de globalização, em voga particularmente no último quarto do século XX, marcado pela revolução tecnológica com base na informação (Castells, 1999), reforça tal argumento ao tematizar com ainda maior vigor a divisão internacional do trabalho em que as funções de cada nação são definidas de acordo com o nível de conhecimento alcançado, cabendo àquelas mais desenvolvidas operações complexas que acumulam mais riquezas e às outras funções simples caracterizadas pela pouca incorporação de conhecimento (Cf. Schwartzman, 1997 e Barbosa, 1986) e, por isso, ainda confinadas às mazelas do “subdesenvolvimento”.

Sem pretender realizar uma das discussões cadentes da pós-modernidade que coloca em xeque a idéia mesma de desenvolvimento, buscamos uma análise mais modesta das possibilidades e dos constrangimentos da constituição de um sistema científico e tecnológico no país a partir da observação de alguns casos, que não se pretendem gerais, mas que indicam um caminho para os estudos acerca das ciências e da tecnologia a ser contraposto a outros.

Algumas questões sobre ciência e tecnologia

Vermulm (2002, p. 198-199) observa que a industrialização no Brasil deu-se em apenas quatro décadas, da Segunda Grande Guerra até os anos 1980, quando foram feitos grandes investimentos na estruturação do setor industrial, mas salienta que igual investimento não houve no setor tecnológico. Rezende (2004, p. 211-212) indica que, a partir dos anos 1960, iniciou-se a criação de um sistema de ciência e tecnologia no Brasil que é, hoje, o maior e melhor da América Latina, contudo, admite que tal sistema desenvolveu-se sem uma interação com o sistema produtivo nacional, o que não o impede de ressaltar as honrosas exceções como as técnicas de exploração do petróleo em águas profundas ou os aviões da Embraer. Ambos os autores ressentem a ausência de algo como uma “cultura da pesquisa de da inovação no

sistema produtivo brasileiro”. Vermulm credita à indiferença do empresariado visto que a aposta em inovações tecnológicas não se colocava como um imperativo para o aumento da margem de lucros num contexto em que subsídios fiscais e financeiros, arrocho salarial e proteção comercial asseguravam o êxito nos negócios. Reivindica, no cenário atual, porém, “uma mudança de mentalidade dada à posição estratégica que a tecnologia detém no tema da soberania nacional” sustentando que “novas tecnologias permitem a geração de produtos de maior valor agregado que, por sua vez, significa renda, salários, potencial de crescimento para o país”. Não subestima, no entanto, a inexistência do que chama de “uma memória de interesse do setor produtivo no desenvolvimento tecnológico no Brasil” (2004, p. 199).

Sherwood, em pesquisa de campo realizada no Brasil e no México (1992), reconhece que “embora a ciência acadêmica tradicional tenha tido pouco relacionamento com a indústria, é da arena acadêmica que uma nova leva de empresários preocupados com a ciência está surgindo”. Mas enumera alguns problemas presentes nas interações Universidade e Setor Produtivo os quais credita, sobretudo, a ainda precária legislação acerca de patentes, acordos de confiabilidade e propriedade intelectual que acabam por “empurrar” pesquisadores universitários ao papel de “empresários”, na busca de comercializar seus produtos “por conta própria”. A solução raramente tem demonstrado êxito:

Este comportamento acarreta diversas implicações. Primeiro, o inventor/pesquisador, ao ir para fora da universidade trabalhar em sua invenção, dedica menos tempo a si ou a seus alunos, em prejuízo do ensino. O que é uma perda para um país que tenta construir sua base científica e tecnológica. Em segundo lugar, o inventor/pesquisador dedica menos tempo à pesquisa, que é a atividade para a qual foi treinado. Isto enfraquece o trabalho científico e tecnológico daquela universidade e do país. Terceiro, o inventor/pesquisador, na maioria dos casos, não tem treinamento ou experiência sobre os riscos de se lançar em um negócio, o que provavelmente contribui para o aumento da taxa de fracassos empresariais do país. Cada uma dessas dificuldades acontece em surdina, no plano micro, infringindo perdas incrementais aos esforços do país no sentido de fortalecer sua capacitação tecnológica (Sherwood, 1992, p. 142).

Sherwood reitera o significado potencial, para os países em desenvolvimento, de uma proteção eficiente à propriedade intelectual, se esta passar a ser considerada parte da infra-estrutura de uma nação, dada sua contribuição para a mudança técnica, difusão do conhecimento, expansão dos recursos humanos, financiamento da tecnologia, crescimento industrial e desenvolvimento econômico. Prossegue

⁶ Não foi coincidência que estes sistemas foram os que mais emergiram à observação no momento da aprovação da nova lei de biosegurança em 2003. Isso sugere que o desenvolvimento das biotecnologias, portanto, da ciência, tecnologia e inovação depende de uma fina articulação, um “acoplamento estrutural” entre os sistemas político, jurídico e científico.

explicitando estratégias possíveis de reversão do cenário narrado, baseando-se na experiência dos países desenvolvidos.

Meis e Leta (1996, p. 9) argumentam haver consenso no Brasil de que um “desenvolvimento econômico auto-sustentável” é pré-requisito de melhoria das condições de vida da população sendo que a ênfase a ser dada à pesquisa básica, à pesquisa aplicada e à tecnologia e a forma como estas “deverão interagir harmonicamente dentro de um sistema de C&T equilibrado, onde a Universidade, o governo e as empresas contribuam de forma equitativa”, é o *nó* das polêmicas.

No que concerne à biotecnologia moderna, o diagnóstico acerca da necessidade da cooperação entre países, universidades, centros de pesquisa e empresas na forma de projetos e convênios também é recorrente e apontam avanços para o setor. Porém, este trabalho não irá tratar da chamada dissonância tecnológica entre a comunidade universitária e a de negócios no Brasil, uma vez que se buscará observar ajustes entre ambos os sistemas, o chamado acoplamento estrutural, o que não permite de antemão julgar a forma como isto se dá, mas, como propomos, apenas descrever.

A Teoria sistêmica

Contrariando uma abordagem mais usual na sociologia da ciência, a saber, aquela que relaciona a produção científica, de um lado, à lógica científica, no sentido cognitivo, teórico, paradigmático (a vertente internalista), de outro, ao ambiente extrateórico, quer ao campo científico e suas regras de competição e expectativa de recompensa quer ao mercado e suas demandas de financiamento quer ainda ao Estado e às questões legais e políticas (a vertente externalista), a análise sistêmica vê a unidade em tais dicotomias assim como minimiza explicações que se sustentam na suposição do voluntarismo do agente *cientista* ou *político* ou *empresário* a fim de perceber a força com que o “desenchaixe”⁷ ocorre na modernidade de maneira a permitir a formação de entidades/organizações/sistemas que, ainda que não mais correspondendo às interações quotidianas de indivíduos, têm uma realidade perceptível à medida que ganham efetivamente autonomia, emancipam-se das macro-estruturas (território, trabalho...) nas quais nasceram e passam a se reproduzir em escala progressivamente mundial.

A evolução das sociedades contemporâneas é caracterizada, principalmente, pelo facto de esferas específicas de actividade (a economia, a política, a ciência, o direito etc.) se distinguirem cada vez mais nitidamente do seu entorno, enquanto as diferenças entre estas várias esferas de actividade vão adquirindo, pelo menos em determinados domínios e regiões do mundo, tanta ou mais importância para a estruturação da realidade social do que as diferenças entre categorias de pessoas (diferenças de género, de idade, de categoria profissional etc.) (Guibentif, 2004, p. 175).

Teubner (2004) adverte porém, adotar a perspectiva sistêmica não é, contudo, negar a transformação, mas é estudá-la através de variáveis que não se confundem com aquelas pelas quais examinariamos seres humanos (*inteligência, alma, capacidades reflexivas*), mas observar as fragilidades e fortalezas que fazem um sistema ser capaz de decodificar e absorver informações do meio sem que o faça de maneira a se destruir; também, examinar a qualidade ou o volume de informações novas que tendem a minar processos comunicacionais de um determinado tipo e recriá-los dada que seu desaparecimento completo significaria a morte da sociedade. O *novo sistemismo* acrescenta e enfatiza o caráter autopoietico⁸ dos sistemas, mas, nem por isso, supomos, imagina o êxito incondicional da *autopoiesis*.

A constituição da idéia de sistema

Teorias sistêmicas apresentam regularidades conceituais que se mantiveram no decorrer de seu desenvolvimento. Uma delas é a idéia de *equilíbrio*. Tal conceito é usado, por exemplo, nas relações internacionais, em que se averigua o poderio bélico, econômico, dentre outros, dos países. Liga-se a este a possibilidade de se prever, quando detectada alguma perturbação, um estado de fragilidade (*desequilíbrio*) a partir da qual o sistema tende a se desestabilizar e se alterar (Cf. Luhmann, 1996). Mas, também, verifica-se que tais desequilíbrios podem, dentro de certos limites, estabilizar o sistema, de acordo com a concepção termodinâmica de “equilíbrio dinâmico” (Cf. Prigogine, 1996).

Os comportamentos sistêmicos decorrem de uma lógica que obriga os sistemas mesmos a conviverem, de alguma forma, com a *entropia*, a segunda lei da termodinâmica que, segundo Prigogine (1996) e Atlan (1992), inexoravelmente, conduz a perdas energéticas (*output*) que exigem compensação para a manutenção das qualidades anteriores por alguma fonte energética externa (*input*)⁹. Assim, este processo é tratado de

⁷ Do inglês *desembedding*, Anthony Giddens propõe tal conceito a fim de definir processos de diferenciação de atividades em face dos contextos concretos nos quais emergiram (Cf. Giddens, 1991).

⁸ O termo deriva do verbo grego *poiéo*, que significa: fabricar (obras manuais), compor (obras intelectuais), construir (no trabalho agrícola). Aristóteles explicita o sentido principal da *poiésis* como uma prática na qual o agente e o resultado da ação estão separados ou são de natureza diferente. A *poiésis* liga-se à idéia de trabalho como fabricação, construção e à idéia de *téchne* (Cf. Chauí, 1994).

⁹ O químico Ilya Prigogine estudou os sistemas abertos que incessantemente trocam energia e informação com o ambiente, são o que ele chamou de “Estruturas Dissipativas”. Estes sistemas, para manterem-se vivos, devem ir ao encontro de sua dispersão energética (*output*), consumindo do entorno uma compensação (*input*) que os faz distinguirem-se deste. A relação de dependência sistema/entorno evolui, assim, a partir de algumas condições e segundo uma “ordem pelo ruído”, o famoso conceito cibernético de Heins Von Foerster.

forma diferente em diversos sistemas: “para os sistemas orgânicos (biológicos) se pensa em intercâmbio de energia; para os sistemas de sentido (social e psíquico), em intercâmbio de informação” (Luhmann, 1996, p. 47. Os parênteses são nossos).

Junta-se, a estas concepções gerais da teoria dos sistemas, a teoria evolutiva formulada em termos darwinistas que, no plano biológico, explica, como se sabe, a evolução de espécies vivas, evidenciando uma *complexidade* de formas provenientes de uma única célula primordial e, no plano social, aponta para o aparecimento da comunicação como processo básico sobre o qual se apóiam formas *superiores* de interação social. “Na teoria da evolução se considera que a diversidade provém de um sucesso único: bioquímico no biológico; comunicativo no social” (Luhmann, 1996, p. 47).

Nestas abordagens, os sistemas são caracterizados como *abertos*. As perturbações externas provocam *modificações* internas, podendo alterar sua estrutura. Surge daí uma diferenciação entre aquilo que é próprio do sistema e o que é externo, seu entorno. O entorno, isto é, tudo o que está fora do sistema, carece de sentido, que somente os sistemas podem atribuir ao estipularem os fatores de intercâmbio. Este esquema *input/output* é dotado de alta previsibilidade: a um estímulo dado, o sistema reagirá de determinadas maneiras, sendo, por isso, chamados de *máquinas triviais*.

Porém, nem todos os sistemas reagem igualmente ao mesmo estímulo, portanto, nem todos os sistemas são triviais. Há sistemas não-triviais, que reagem de forma diversa ao mesmo estímulo¹⁰. Neste sentido, a idéia de *caixa preta* (*black box*)¹¹ insere-se na teoria dos sistemas. As *caixas pretas* designam efetivamente aquilo que não se pode conhecer de forma completa: o interior do sistema, uma vez que só é possível analisar suas relações exteriores. No máximo, a estrutura interna de um sistema é conhecida pela análise das interações *input/output*, isto é, da regularidade de respostas às demandas estruturais/externas.

No desenvolvimento da teoria dos sistemas tornava-se necessário também responder às variações constantes do entorno que ainda assim não colocam em risco a estabilidade do sistema. No plano físico, como reagir a variações como o aumento ou a queda de temperatura? A partir do modelo do termostato criou-se a idéia de *feed back*: “deve existir um mecanismo mediante o qual o sistema possa medir certas informações que expressem a distância que se abre entre o sistema e o entorno” (Luhmann, 1996, p. 51). Distâncias,

temperaturas, níveis de substâncias no organismo, estas variáveis cobravam do sistema respostas visando ao seu equilíbrio dado que sem estas o sistema corria o risco da extinção. Entendeu-se que a estabilidade era mantida por uma cadeia causal de estímulo/resposta que garantia níveis aceitáveis de temperatura, pressão, distâncias. Neste sentido, o mecanismo do termostato, adaptado aos sistemas sociais, funcionava basicamente para diminuir as dissonâncias entre o sistema e o entorno, preservando a estabilidade.

Mais tarde, há uma mudança importante no que diz respeito aos estudos acerca da estabilidade dos sistemas. Passou-se a pesquisar o grau de instabilidade e de mudança que o sistema é capaz de suportar. Quando sistemas indeterminados, instáveis e caóticos passaram a ser a regra, as teorias que buscavam dar conta desse universo complexo em que a ordem convivia com a desordem, supuseram que do caos pudesse surgir a ordem¹². Esta é a razão pela qual aqui, ao se falar de sistema, é possível falar em transformação, ainda que a nova forma ou o novo sistema há de, tanto quanto o anterior, desenvolver procedimentos capazes de superar quaisquer ameaças de extinção. Na observação da luta pela preservação do sistema não cabem argumentos ditos conservadores ou progressistas politicamente. Mesmo que se pudesse com clareza distingui-los a teoria sistêmica não trata disto, mas da sobrevivência da sociedade, sua reprodução.

Mas, afinal o que é um sistema? Talcott Parsons entendeu-o como “constituído pela interação direta ou indireta dos seres humanos entre si” (Parsons, 1976, pág. 49), porém, tal definição fugia aos propósitos de uma teoria geral dos sistemas na medida em que os elementos de um sistema cibernético não são seres humanos, nem tampouco o é de um sistema biológico ou químico. Fugia também aos propósitos de uma teoria da sociedade visto que ali não estava claramente identificada a diferença sistema/ entorno: o que pertence ao sistema e o que não? Uma nova definição de sistema urgia.

Os biólogos chilenos H. Maturana e F. Varela, através do conceito de autopoiesis, descreveram a fenomenologia biológica da célula mediante seus próprios processos (Maturana e Varela, 1997; Maturana, 1983). De forma sintética, descobriram que a construção celular baseava-se em seus próprios componentes, não dependendo de nenhum ente externo para levar à frente seus processos vitais. Classificaram, assim, estruturas com tal especificidade de sistemas auto-referenciais, auto-centrados, recursivos, ou seja, fechados sobre si mesmos.

¹⁰ A teoria behaviorista enfrentou problemas ao buscar regularidades psíquicas com o esquema estímulo/resposta. Verificou-se a variedade de respostas encontradas relativas ao mesmo estímulo (Homans, 1999, p. 91-126.) Decerto, buscar regularidades comportamentais visando alto grau de previsibilidade é o que algumas correntes ainda esperam da Ciência Social a fim de ganhar o “alvará de cientificidade” da parte de seus detratores, busca que até agora tem se mostrado infrutífera. Talvez, melhor façam os cientistas sociais que não reduzam a competência de um conhecimento científico a uma arrogante busca de controle absoluto do universo e do universo das interações sociais.

¹¹ Este termo foi usado, por exemplo, pelos criadores da cibernética, Alan Turing, John Von Neumann, Norbert Wiener. Sobre cibernética ver Varela, s/d, p. 25; Ashby, 1970.

¹² Em especial, destacam-se os conceitos de “ordem pelo ruído” de Heinz Von Foerster, mais tarde retomado por Henri Atlan em seus estudos dos sistemas biológicos. Em relação a discussão sobre ordem e desordem, ver Pasternak, 1992.

Segundo Luhmann (1995; 1996; 1997), três tipos de sistemas realizam tais operações: o biológico, o psíquico e o social. Existem, para o “novo sistemismo”, instâncias especializadas para realizar operações de auto-observação. Esta abordagem retoma a discussão filosófica fundamental que remonta, pelo menos, aos gregos, acerca da tradicional concepção que separa o *sujeito do objeto*. O “novo sistemismo” propõe a superação desta dicotomia ao evidenciar que o observador é inevitavelmente parte do que é observado, seja do sistema biológico, físico, químico ou social. Não há *uma diferença constitutiva*, no entendimento de um *sistema geral*, entre sujeito e objeto, ambos participam de uma base comum operativa que está dada nos processos autopoieticos de preservação dos sistemas. A própria ciência, sistema que corresponde aos nossos propósitos neste trabalho, assim se apresenta a Luhmann:

A ciência, para observar, necessita ela mesma estar constituída como sistema: com um conjunto próprio de comunicação, com precauções institucionais, com preferência de valores; um sistema em que se oferece a possibilidade de fazer carreira e que necessariamente tem dependências sociais. Tudo o que um observador descobre sobre o sistema, tem que aplicá-lo a si mesmo. Não pode operar de maneira permanentemente analítica, quando já de antemão está incrustado em um sistema para poder levar a cabo a observação (1996, p. 57)

Retornamos a um dos argumentos introdutórios: estudar ciência e tecnologia no Brasil é saber o que fazemos inseridos em um dado sistema, se não o tecnológico, por certo, o científico. Não tratamos neutramente do tema, mas na condição de cientistas sociais. Isso nos traz benefícios, mas também nos cerceia. Não seria, contudo, possível estudarmos a questão de todos os pontos de vista, visto que nosso trabalho não emana de todos os sistemas sociais existentes a um só tempo. Contudo, uma vez que o sistema científico - em que pesem os *ruídos* que ainda serão neste artigo tematizados - operam na unidade da forma binária verdadeiro/ não-verdadeiro, é de se julgar que nossos esforços concentram-se em provar a validade de nossa análise acerca da biotecnologia da cana-de-açúcar e de seus grupos de pesquisa na região norte-fluminense.

A teoria sistêmica de Niklas Luhmann

Luhmann é definido por Gabriel Cohn (1998, p. 57) como um autor que desenvolveu ao extremo “a perspectiva

da forma” - caminho aberto por Georg Simmel (1858-1918) - nas análises sociais. Toda forma é uma distinção de duas partes, nada podendo existir sem delimitar e diferenciar, através de uma linha fronteira, estas partes. “A forma é, pois, uma linha de fronteira que marca uma diferença e obriga a clarificar qual parte se indica quando se diz que se encontra em uma parte e onde se deve começar se se quer proceder a novas operações” (Luhmann, 1996, p. 65).

Importa notar que os sistemas são unidades estruturadas no tempo de modo que “uma operação sem tempo não faz sistema, mas fica reduzida a um mero acontecimento” (Luhmann, 1996, p. 67). Tais unidades conservam uma identidade própria em relação ao entorno que, em grande parte, lhe é estranho e diferente. A manutenção da diferença é condição *sine qua non* para sua conservação, produzindo-a através de seus próprios componentes. A organização interna de cada sistema busca minimizar e *absorver/traduzir* os *ruídos* do ambiente a que é exposto. Na *autopoiesis* está seu potencial de auto-preservação (Nafarrate, 1993, p. 17).

Por mais que o sistema possa neutralizar seu ambiente, adaptando-se a este, o mesmo será sempre mais complexo, dado que envolve todas as possibilidades do mundo, enquanto o sistema tem possibilidades limitadas pelo seu operar sempre seletivo. O sistema funciona mediante precisamente a redução de possibilidades, selecionando aquilo que será significativo quando incorporado a seus processos internos. Ao reduzir a complexidade do entorno (as possibilidades), minimizando os *ruídos* e incorporando *informações*, o sistema aumenta sua própria complexidade interna.

Este modo de operar que neutraliza *ruídos* do entorno, pela sua *autopoiesis*, evolui através de estruturas pré-existentes. A auto-referencialidade faz com que o sistema opere de forma *cega*, como se o que estivesse fora de seu horizonte de sentido/significado não existisse uma vez não podendo ser observado não é incorporado à cadeia autopoietica de produção de componentes. A este fenômeno dá-se o nome de *fechamento operacional*¹³.

Apenas uma constante *atenção seletiva* ativada pela *comunicação*¹⁴, processo fundamental do sistema, permite ao mesmo se reproduzir recursivamente com base em suas próprias informações anteriores de modo que não existe sistema social que não tenha como operação própria a *comunicação* e não existe *comunicação* fora dos sistemas sociais: “um sistema social

¹³ Os sistemas sociais são qualificados como sistemas que operam processando sentido, ou seja, transformando ruídos externos desprovidos de sentido para o sistema em informações dotadas de sentido que serão incorporadas ou não a sua cadeia de reprodução autopoietica. Não poderiam, contudo, dotar de significado a totalidade de ruídos do ambiente, vez que sua operação supõe uma espécie de “clausura”, que se aberta implica a extinção mesma do sistema (Cf. Luhmann, 1996, p. 18; Luhmann e De Georgi, 1993, p. 49).

¹⁴ Entendemos que não será necessário aqui entrar nos pormenores da teoria da comunicação de Luhmann, visto que nos interessa mais a relação sistema/entorno e sua implicação para o sistema científico. Mas, numa brevíssima explanação, pode-se dizer que a comunicação para Luhmann dá-se na síntese de três seleções: (1) emissão do ato de comunicar; (2) informação; e (3) ato de entender a diferença entre emissão e informação. Assim, existe comunicação se Ego entende que Alter tem emitido uma informação. A simples emissão de uma informação não conclui uma comunicação, esta só se realiza pela compreensão da mensagem.

surge quando a comunicação desenvolve mais comunicação, a partir da mesma comunicação” (Luhmann, 1996, p. 68).

Nesse sentido, a *comunicação* é um processo genuinamente social, pressupondo grande número de sistemas de consciência¹⁵, e não pode ser atribuída a somente um deles. Ressalta-se que o “novo sistemismo” abandona aspectos da teoria clássica da comunicação que diz que a comunicação é a transferência de conteúdos semânticos de um sistema psíquico a outro. Para Luhmann, as consciências individuais são apenas um dos múltiplos meios pelos quais a *comunicação/organização* do sistema e entorno processa-se.

Todo sistema é adaptado ao entorno, senão inexistiria. A esta adaptação dá-se o nome de *acoplamento estrutural*:

O conceito de acoplamento estrutural precisa que no fechamento de operação a causalidade seja canalizada de tal maneira que existe uma certa coordenação ou integração entre sistema e entorno, sem que se tenha que renunciar à radicalidade da tese do fechamento de operação. Justo porque os sistemas estão enclausurados com respeito a seu operar, podem ser influenciados mediante acoplamentos estruturais, ao menos a longo prazo (Luhmann, 1996, p. 84).

Tal fenômeno está suposto na rede de processos autopoieticos do sistema. A consciência, por exemplo, está estruturalmente acoplada à comunicação de maneira que somente pode se realizar no nível social. Se a comunicação pertence à sociedade, o pensamento pertence à consciência, ambos conformam, respectivamente, o sistema social e psíquico, os quais funcionam fechados em seus próprios processos.

Nesta perspectiva, tudo o que “chega” à sociedade, aquilo que a *irrita*, passou por um duplo filtro, *consciência* e possibilidade de *comunicação*, tendo sofrido, então, uma enorme redução de complexidade a fim de que pudesse fazer *sentido*. O *acoplamento estrutural* através do qual os *ruídos* externos são incorporados como informações ao sistema confirma-nos que a possibilidade mesma de perturbação é uma construção própria do sistema uma vez que só é entendida como tal por meio das operações sistêmicas anteriores que a absorveu na rede de comunicações autopoieticas. O sistema tem, então, “a possibilidade de encontrar em si mesmo as causas da irritação e de aprender com elas, ou imputar a irritação ao entorno e assim tratá-la como algo casual, ou bem buscar sua origem no entorno e quitá-la”. (Luhmann & Georgi, 1993, p. 57)

O contraste informacional com seu ambiente é condição sob a qual o sistema opera e para a qual só existe uma saída, a redução da diferença através de seus próprios processos. Esta condição envolve outros sistemas funcionais

que constantemente se encontram em intercâmbio informacional através de sucessivos acoplamentos estruturais “ponto-a-ponto”, fazendo com que a rede de informações que se estrutura no interior do sistema inclua informações novas, de acordo com seu operar característico, sua *autopoiesis*. No contato co-evolutivo com o entorno, o sistema segue uma direção determinada, tolerada pelo ambiente, que aponta os limites da transformação social - os limites da comunicação - mas também suas possibilidades. Os sistemas sociais participam da sociedade, nas condições acima expostas, e, na medida em que distintamente operam, se distinguem e se complexificam.

Além da sociedade, todo sistema parcial pode observar outros sistemas parciais. Em tal caso, se fala de contribuição. Apesar de que se refira primariamente às exigências de funções nas relações da sociedade, todo sistema parcial deve também ter em conta as contribuições nas relações de outros sistemas parciais: por exemplo, no sistema político existem leis para a economia, no sistema econômico se subsidia a investigação científica, no sistema educativo se forma para o trabalho. Isto significa que, com base na sua inalienável autonomia recíproca, os sistemas de funções também são estritamente independentes. As interdependências têm um significado diferente segundo o sistema: por exemplo, o sistema educativo observa o sistema político de maneira diferente que o sistema jurídico, e para o sistema político esta diferença de perspectiva é uma diferenciação do entorno, que não se encontra no entorno do sistema educativo ou do sistema jurídico (Nafarrate, 1996, p. 62)

Os desdobramentos da teoria dos sistemas esboçados acima são nossos referenciais teóricos na análise da sociedade moderna, multifuncional, complexa e diferenciada, no interior da qual identificamos o sistema científico, como sistema parcial ou subsistema, que cria com os demais uma rede de relações na qual cada subsistema lida com o entorno à sua maneira.

A ciência como subsistema - ou sistema social específico - deriva da diferenciação da sociedade, e tem como principal função a produção do conhecimento, que, atualmente, envolve, também, processos de inovação e geração de tecnologias. Esta mudança processual no interior da ciência que a torna responsável pelas inovações tecnológicas deve ser entendida dentro da perspectiva relacional e autorreferencial, a saber, na proximidade com o Estado/política e com a economia (*input*), a ciência é metamorfoseada em *big science*, sobretudo, devido à grande demanda de inovações pelo setor produtivo e setor bélico (Baiardi, 1996, p. 212.), a qual deve responder com praticidade (*output*). Nos processos comunicacionais, a legitimidade científica passa a ser ga-

¹⁵ Luhmann distingue três tipos de sistemas autopoieticos: os sistemas vivos (formados por sistemas biológicos), os sistemas psíquicos (nos quais a consciência é um atributo) e os sistemas sociais (que se compõem de uma sucessão de comunicações ou encadeamentos).

rantida pela sua utilidade técnica, pelo aumento da eficácia em outros sistemas funcionais¹⁶.

Tendo como conceito sociológico fundamental em nossa abordagem o sistema social, observamos a biotecnologia na realidade dos países periféricos a partir do caso brasileiro, mais especificamente, das experiências em biotecnologia da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes, região norte fluminense.

Ruídos e autopoiesis na configuração dos grupos de pesquisa

A entrevista é um bom exemplo de interação - entre consciências - que ocorre em um sistema funcional específico, qual seja, a ciência, mais especificamente, a sociologia. (Guibentif, 2004, p.175.) No tratamento específico dos dados que são manuseados a partir da transcrição das fitas até a análise da produção científica dos entrevistados, a observação efetuada passa a ser, também, uma auto-observação, na medida em que as questões formuladas pelo entrevistador assim como as respostas dos entrevistados são produzidas no sistema científico o qual já realizou a *redução seletiva das perturbações* na atribuição de sentidos àqueles ruídos transformados em informações.

Recorrentemente, as informações dos entrevistados faziam referência a outros sistemas funcionais, ambiente para a ciência. Pode-se entender, assim, os grupos de pesquisa como diferenciações que ocorreram em decorrência da co-evolução recíproca dos sistemas. As transformações ocorridas nestes grupos seguem uma lógica auto-centrada de preservação, levando em conta as inerências do sistema e os ruídos externos. Pode-se dizer que os sistemas se diferenciam, a cargo dos *acoplamentos estruturais* mútuos mas cada grupo produz distintamente os processos comunicacionais que garantem sua existência/reprodução específica.

Buscamos na pesquisa identificar informações que atuaram nas diferenciações ocorridas no interior do sistema científico da biotecnologia da cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes de modo a constituir os grupos de pesquisas: 1) Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar, pertencente à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ); 2) Núcleo de Seqüenciamento de DNA Vegetal, na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF); 3) Grupo de Pesquisa de Bactérias Endofíticas, também, na Universidade Estadual do Norte Fluminense¹⁷.

Num exame superficial, a percepção de que tais grupos - além de espacialmente próximos e, no caso de dois deles,

nascidos na mesma instituição - possuírem interesses comuns poderia induzir à falsa conclusão de uma *comunhão* entre os mesmos quando, num olhar mais cuidadoso, podemos demonstrar o quanto se distinguem quanto ao desenvolvimento de suas pesquisas biotecnológicas. As peculiaridades e limitações características de cada grupo definem e são definidas pelos acoplamentos estruturais que experimentam. Com a maior diferenciação funcional, a solução encontrada por estes grupos foi a cooperação sem a qual acumulariam ainda mais dificuldades para o tipo de pesquisa que hoje desenvolvem, e esta tendência vem se reforçando cada vez mais na pesquisa científica contemporânea. Constituem-se, portanto, em *redes* mas estas não supõem relações de simetria e de continuidade como se deduz no conceito tomado em seu sentido original.

É usual que um grupo utilize a *complexidade* de outro, isto é, métodos, técnicas, produtos biotecnológicos, estalagens, mas o faça de forma auto-referencial. Este é o caso do *Núcleo de Seqüenciamento de DNA Vegetal* (UENF), aqui chamado de *grupo 2*, e do *grupo 3* que fazem uso da biofábrica, isto é, das variedades de plantas isentas de contaminações e ideais para experimentos, selecionadas em acordo com os critérios de resistência à seca e à salinidade do *grupo 1*, o *Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-Açúcar* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em Campos dos Goytacazes.

Por sua vez, o *grupo 1* tendo perdido, com o decorrer do tempo, pesquisadores que não foram repostos adequadamente - o que provocou uma dificuldade de reprodução dos processos científicos de melhoramento que exigiam o envolvimento de profissionais de variadas competências - buscou a parceria externa, principalmente com a UENF e a RIDESA (Rede Inter-universitária de Desenvolvimento do Setor Sucro-alcooleiro)¹⁸, provocando o surgimento de *redes* inter-organizacionais que, como não poderia deixar de ser, supõem novos processos comunicacionais que explicitam as alterações na constituição do grupo, tal como o aparecimento de processos de pesquisa inéditos.

Outro impulso à diferenciação nos grupos são os ruídos advindos do sistema econômico¹⁹, a exemplo da perda de produtividade, que pode ser causada por problemas ambientais. As informações processadas pelo sistema econômico apresentam-se, também, como informação ao sistema científico, gerando assim um *acoplamento estrutural*. O caso mais notório ocorre com o *grupo 1*, para o qual o acoplamento entre problema ambiental e econômico provocou um segun-

¹⁶ Para o aprofundamento crítico da questão da ciência e incremento de sua eficácia social na pós-modernidade, ver Lyotard (1986).

¹⁷ Registramos nosso agradecimento pela prontidão em acolher esta pesquisa aos cientistas dos grupos 1, 2 e 3, lembrados aqui na pessoa de seus atuais líderes: Carlos Frederico de Menezes Veiga e Josil Bastos Cardoso Júnior (grupo 1); Gonçalo Apolinário de Souza Filho (grupo 2); Fábio Lopes Olivares (grupo 3).

¹⁸ Trata-se de um consórcio universitário envolvendo sete universidades do país, responsáveis pela liberação de novas variedades de cana-de-açúcar.

¹⁹ A palavra "problema" tem sentidos diferentes para os sistemas científico e econômico. Enquanto para o primeiro tal palavra dirá respeito ao código verdadeiro/não verdadeiro, para o segundo se referirá ao código ter/não ter (abundância ou escassez de recursos, por exemplo).

do acoplamento, ao ser observado como um problema científico. Desde os tempos do Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), seca, salinidade e doenças repercutem no sistema econômico e no sistema científico produzindo o acoplamento estrutural entre meio ambiente, economia e ciência. A existência deste grupo explica-se precisamente por esta co-evolução de forma que, no atual estágio, a totalidade de suas pesquisas conta com o financiamento dos produtores de cana-de-açúcar que passam a atuar, também, na definição das linhas e projetos da instituição. O exame das pesquisas levadas a cabo pelo *grupo 1* exigem-nos a atenção ao tipo de interseção entre subsistemas sociais distintos que ocorre nas circunstâncias indicadas.

Processos típicos do sistema economia fazem-se presentes no sistema científico, apresentando-se como informação na reprodução deste. Basta imaginar a ausência das demandas agroindustriais ligadas ao sistema econômico, tais como produtividade e teor de sacarose, como *informação* na rede autopoietica do sistema de biotecnologia da cana-de-açúcar para constatar a grande chance de extinção dos grupos de melhoramento. Demandas regionais que incluem informações ambientais e econômicas, reproduzindo-se em informações científicas e tecnológicas, possibilitam o *acoplamento estrutural*, sem o qual cessaria a *autopoiesis*. A informação “aumento de produtividade” é constantemente utilizada pelos pesquisadores ao lado de “desenvolvimento da agricultura”, ambas expressões corriqueiras no linguajar econômico e que são re-significadas nas comunicações científicas, cobrando *força* na reprodução dos grupos.

Há ainda uma questão concernente ao prazo das pesquisas cuja *irritação* provocada pode comprometer o acoplamento entre sistemas científico e econômico. Os processos econômicos apresentam uma temporalidade diferente daquela dos processos científicos, na medida em que ciência e economia são sistemas sociais autônomos: “Enquanto imaginários, os horizontes do passado e do futuro são construções determinadas pelas estruturas do sistema” (Corsi *et al.*, 1996, p.156). Não é, portanto, de se espantar que, unanimemente, os entrevistados tenham avaliado o tempo necessário para se chegar a alguns resultados de pesquisa - entre a fase inicial e a fase de liberação para plantio em cerca de dez anos - incompatível com a urgência dos produtores, principalmente

no atual estágio econômico caracterizado pela alta competitividade e acelerada produtividade. O atrito afeta o desenvolvimento da pesquisa, obrigando os grupos a reverem planos adaptando-os ao curto prazo dos eventos econômicos, alterando, por conseqüência, sua própria complexidade²⁰.

Características ambientais, como destacado acima, foram componentes detectados nas pesquisas dos três grupos analisados, afinal, Campos dos Goytacazes apresenta especificidades ambientais em comparação com outras regiões. Luhmann alerta-nos que “a natureza não pode influir diretamente na comunicação; só se os sistemas percebem que os bosques estão se extinguindo, então, se pode exercer pressão sobre a comunicação: pressão para que se tomem decisões no sistema político ou social” (1996, p. 288). Nesta perspectiva, os problemas de seca e de salinidade podem ser considerados *informações* relevantes aos grupos de pesquisas locais, incorporados às suas redes de processos autopoieticos que passam a se reproduzir levando em conta os atributos do ambiente²¹. Isto permite afirmar, como Luhmann, que sem tais condições ambientais a estrutura dos grupos de pesquisa seria outra, condizente com um outro ambiente²²: “Na natureza não seria possível desenvolver pássaros sem a existência do ar. Sem ar teria sido demasiado extravagante desenvolver asas, ademais, a evolução não teria permitido desenvolver mecanismos tão complicados que não dessempenhassem nenhuma função” (Luhmann, 1996, p. 288).

Seca e salinidade, carvão, escaldaduras das folhas, podridão vermelha e ferrugem são algumas expressões corriqueiramente presentes na fala dos interlocutores para se referirem a *ruidos* transformados em *informações* para o sistema científico. Tais problemas co-evoluem simultaneamente com operações do sistema, o que se evidencia, por exemplo, no desdobramento de novas linhas de pesquisa que os tematizam, as quais trazem soluções e novos problemas a um só tempo, diminuindo a complexidade do entorno, mas aumentando-a internamente.

Os grupos pesquisados ligam-se ao sistema estatal de Ciência & Tecnologia, mas mantêm entre si uma relação de diferença funcional que envolve estrutura e processos específicos. Dotados de estruturas de observação e expectativa diferenciadas, têm relacionamentos diferenciados com o Estado (de acordo com sua auto-referencialidade). Embora as universidades façam parte de diferentes âmbitos governamentais – a UFRRJ é uma instituição federal ao passo que a UENF

²⁰ Derivam deste acoplamento acima apontado a tendência, no sistema científico, ao encurtamento de cronogramas de pesquisa e, no sistema econômico, à utilização de variedades vegetais e animais cujo tempo de maturação é mais reduzido em comparação a espécies tradicionais. Este mecanismo de ajuste construído internamente nos sistemas muda a face tanto da ciência quanto da economia, e os impactos em outros sistemas, também, já se fazem notar como é o caso das políticas ambientais que reagem ao acoplamento mesmo entre ciência e economia em suas conseqüências quer para a saúde quer para a agricultura tradicional em decorrência da implementação de espécimes transgênicas (Ver Martine e Castro, 1985).

²¹ Importa ressaltar novamente que o entorno não pode determinar a operação que transcorre no interior do sistema científico já que todo sistema é dotado de estruturas de expectativas, códigos, seletividade que guiam seus processos internos e mantêm sua autopoiesis mas “... os sistemas só podem construir estruturas que são compatíveis com o entorno...” (Luhmann, 1996, p. 203).

²² Vale atentar para o fato de que outras modalidades de pesquisa se reproduzem à revelia de processos ambientais locais, ou de quaisquer outros condicionantes deste gênero. Tais condicionantes estão mais presentes em pesquisas aplicadas que atraem interesses de grupos econômicos localizados, como é o caso da indústria açucareira campista.

é estadual – o Estado, como importante agência de fomento, é um sistema que *informa* os grupos de pesquisa de maneira que a forma com que tais grupos lidam com o Estado explica, também, a construção de suas agendas de pesquisa.

No Estado do Rio de Janeiro, pôde-se constatar um redirecionamento de prioridades em relação à pesquisa em biotecnologia com a abertura de um canal de comunicação junto à Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação no ano de 2000, quando tiveram início as análises genômicas na UENF. Esta iniciativa colocou os grupos de pesquisa localizados no interior do Estado em contato com a moderna biotecnologia, mediante análises de estrutura e função dos genes seqüenciados da cana-de-açúcar. Disto decorreu redirecionamentos internos aos grupos, que promoveu uma complexificação da qual deverão seguir novas reordenações na semântica da pesquisa biotecnológica da região.

Até o momento, a diferenciação ocorrida no interior da área de biotecnologia fluminense, ainda que seguindo a orientação para o “desenvolvimento agroindustrial” no interior do Estado, não produziu técnicas ligadas à engenharia genética moderna, parecendo estar mais propensa à reprodução das técnicas de melhoramento clássico típicas do grupo da UFRRJ em seu *acoplamento estrutural* com o “arcaico” parque sucro-alcooleiro campista que não exige tecnologia de ponta em suas demandas imediatistas.

Ainda assim, a expectativa dos pesquisadores em face da transgenia nas pesquisas que, num prazo mais dilatado, poderá vir a ser uma realidade na região, tende a variar de posições radicalmente contrárias, passando por posturas intermediárias até aquelas francamente favoráveis. A apreensão e a dúvida, porém, mantêm-se presentes em grande parte dos depoimentos dos entrevistados, e aqui apenas exemplarmente ilustrado:

Se nós pensássemos em trabalhar com, por exemplo, a resistência à seca, encontrando um gene de resistência e pensarmos em utilizar transgênicos, este seria um caminho mais curto para obtenção do produto, mas talvez não fosse um caminho interessante comercialmente e socialmente; nós ainda temos problemas com a comercialização de transgênicos.

Há de se levar em conta, quer na defesa da chamada biotecnologia clássica - que não envolve intervenção no material genético das espécies - quer na aposta na biotecnologia moderna, as trajetórias dos pesquisadores que compõem os três grupos mencionados constituem variáveis explicativas

que não devem ser negligenciadas. As *informações* provenientes da formação ou socialização dos pesquisadores dos grupos *irritam* a rede autopoietica cristalizada no tempo e passam a participar de seus processos de redução ou não da *complexidade*. Há uma co-evolução entre o sistema social e a absorção de determinados perfis profissionais em detrimento de outros. Afinal, as chances de se encontrar num laboratório de física nuclear americano um sociólogo indiano, por exemplo, interessado na superação das causas da má distribuição de renda em países periféricos são remotas.

Laboratórios co-evoluem, seguem com sua autopoiesis, com linhas de pesquisa condizentes e temáticas de pesquisa específicas que, por sua vez, necessitam de especialistas com formações adequadas. Para Luhmann, a socialização é sempre auto-socialização; não sucede por transferência de um padrão de sentido de um sistema para outro, “seu procedimento fundamental é a reprodução autopoietica do sistema que efetua e experimenta a socialização em si mesmo” (Luhmann, 1996, p.111)

Este acoplamento entre consciência (formação individual) e comunicação verifica-se em todos os grupos. Por exemplo, o *grupo 2* iniciara seus trabalhos em 2000 com o seqüenciamento da bactéria fixadora de nitrogênio *Gluconacetobacter diazotrophicus*. Seus líderes trouxeram *informações* a respeito do tema de suas formações acadêmicas anteriores²³, com base nestas, também, foram desenvolvidas as linhas de pesquisa do grupo e perfis de ingresso de novos pesquisadores. Devemos registrar ainda que este grupo relaciona-se com o projeto denominado GENOMA-CANA²⁴ visando estudar estrutura e função dos genes da cana-de-açúcar, isto em perfeita harmonia com as respectivas carreiras acadêmicas dos pesquisadores.

Dito de outro modo, o sistema psíquico interage com o sistema econômico e com o sistema científico, não menos com o sistema ético. A passagem da biotecnologia clássica à biotecnologia moderna exigirá a percepção de tais acoplamentos.

Observando a ciência em comunicação com os demais subsistemas a compor o sistema social, comunicação esta que em se tratando de mútua compreensão dos aspectos selecionados por cada subsistema diante da totalidade das possibilidades do ambiente, deve-se perguntar acerca da interação entre o sistema científico e o jurídico. Constatou-se que, pela natureza da pesquisa biotecnológica desenvolvida, melhoramento clássico, a Lei de Biosegurança (MP nº 131, de 25.09.2003), por ser menos restritiva quanto a esta modalidade, não foi tema das comunicações vinculadas na autopoiesis do grupo. Assim, o acoplamento estrutural ocorre impercep-

²³ Um dos líderes é bacharel em Agronomia, mestre em Genética e Evolução, doutor em Engenharia Genética enquanto o segundo é bacharel em Biologia, já com ênfase em Biologia Molecular, mestre em Engenharia Genética e doutor em Biocência e Biotecnologia.

²⁴ O projeto Genoma-Cana é o maior projeto de análise de genes expressos em plantas já realizado por uma instituição pública em todo o mundo. Envolve 200 pesquisadores de 60 laboratórios localizados em 8 estados brasileiros: São Paulo, Pernambuco, Bahia, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Norte, Minas Gerais e Alagoas. Estes laboratórios, em conjunto, identificaram 53 mil genes responsáveis pela resistência de plantas a pragas, a temperatura e ao solo.

tivamente, mas os interlocutores revelaram saber o limite para que uma determinada linha de pesquisa possa ter problemas com limitações jurídicas.

Reiteramos que dizer que não ocorre a utilização de procedimentos em transgenia nos grupos pesquisados não implica que não venham a ocorrer. Os grupos de pesquisa, na geração de seus resultados, expõem uma nova *complexidade* a outros grupos, provocando interações e novas comunicações científicas. São estas comunicações futuras que poderão fazê-los superar a fase da biotecnologia clássica. Os produtos gerados em fases seguintes poderão envolver transgenia já que partem de estudos hoje que articulam estrutura e função dos genes da cana-de-açúcar ligados à seca e à salinidade. Porém, como adverte Zarur (1994), as redes interacionais (*networks*) não devem ser confundidas com os grupos, os quais implicam, como na própria definição de sistema social de Luhmann, fronteiras bem delineadas e permanência no tempo.

Conclusões

A proposta de se pensar a modernidade mediante a análise dos processos de maior ou menor diferenciação funcional entre esferas da existência é radicalizada por Niklas Luhmann que constrói o conjunto de sua obra sobre o pressuposto dos sistemas sociais autopoieticos que pela *comunicação* são capazes de reproduzir a si próprios.

Ao observar que os fatores de influência na produção e reprodução de um sistema são, antes de tudo, informações que “estão no mundo” e que apenas se tornam significativas mediante os ininterruptos processos comunicacionais através dos quais o sistema as selecionam, re-significando-as, Luhmann dá-nos a base para o entendimento da sociedade e de seus sistemas funcionais.

A possibilidade de um fator externo agir no sistema de maneira destrutiva está dada no caso da não-transformação deste fator em *informação* que tenha sentido para este sistema. Não é este o caso das várias influências sobre a prática científica observadas em nossa pesquisa - tais como as econômicas e políticas - as quais, uma vez assimiladas pelo sistema científico são muito menos prejudiciais à sua sobrevivência do que se poderia julgar. A menos que se postulasse aqui ajuizar acerca das práticas científicas mediante critérios externos ao sistema científico. Tal não é a proposta de Luhmann à qual aderimos nesta análise.

A abordagem sistêmica não comporta avaliações do que “deveria ser” a atividade científica; mas explica sua existência num mundo marcado pela multiplicidade de eventos contingentes. Supõe que a vida em sociedade não é mantida segundo uma “ordem natural” mas também não é produto da agência humana ou de códigos de normatização. A contingência é condição da vida humana e, na modernidade, tal

percepção atinge seu ápice justificando o intento de Luhmann em, mais do que se empenhar na identificação de normas sociais que tornariam a vida social previsível, mostrar que as sociedades são possíveis a despeito do que se costumou chamar “efeitos perversos da ação”, “riscos” e “irracionalidade”.

Para Luhmann, importa estudar como a ciência opera seleções e classificações do que é relevante à sua própria subsistência de acordo com seus próprios processos, o que exige a diferenciação de suas funções internas. Trata-se de evidenciar as operações autopoieticas dos sistemas sociais que se complexificam na mesma medida em que são capazes de reduzir a complexidade do ambiente, diminuindo a contingência.

No exame dos grupos de pesquisa em Campos dos Goytacazes e de seus processos de geração de tecnologia e inovação no cultivo da cana-de-açúcar, que se reproduzem e co-evoluem numa relação autônoma com outros sistemas que formam a sociedade complexa: o econômico, o ambiental, o político, o jurídico, dentre outros, podemos realizar um diagnóstico que deverá se somar às demais investigações acerca da biotecnologia hoje no Brasil.

Os grupos de pesquisa investigados não prevêem em prazo discernível produtos com alterações do seu material genético, envolvendo transgenia - os mais comercializados hoje no mundo. Mantém-se, assim, afastados da biotecnologia moderna. São vários os fatores que explicam a manutenção de um padrão de reprodução sistêmica, no caso, as pesquisas em biotecnologia clássica da cana-de-açúcar nos grupos de pesquisa estudados na região norte-fluminense, os quais remontam às *informações*, sobretudo, dos sistemas econômico e político. Cabe ainda ponderar que, excetuando o grupo de melhoria da UFRRJ, as pesquisas biotecnológicas em Campos dos Goytacazes são recentes e muitos resultados ainda estão por vir, indiferentemente ao fato se gerarão ou não tecnologia.

Biotecnologia clássica e moderna não são pólos opostos que representariam, respectivamente, o atraso e o avanço da ciência. Podemos constatar que os processos científicos clássicos servem muito bem às expectativas de vários sistemas funcionais. O que não quer dizer que o desenvolvimento de técnicas modernas não vá também corresponder a essas ou outras expectativas.

O mais relevante é que tais grupos, na medida em que se reproduzem baseados em uma lógica auto-centrada em interação com o entorno, abrem diversas *possibilidades* em relação ao futuro. Por exemplo, é possível que surjam empresas de biotecnologia, como é possível também que a legislação sobre biosegurança mude, há ainda a possibilidade de novas políticas de C&T promovidas pelo Estado, como também de mudanças climáticas e de solo, e, finalmente, da veiculação de inéditas *informações* no sistema através de novas técnicas desenvolvidas com a renovação nos quadros de pesquisadores.

Revela-se, portanto, uma vez mais a contingência típica das sociedades complexas. Efetivamente, o *novo sistemismo* incentiva os estudiosos da ciência - assim como de todas as *formas sociais* - a atentar para a imprevisibilidade e para as contingências que possibilitam a comunicação e a complexificação dos sistemas sociais, sua auto-reprodução, mutações e desenvolvimento.

Neste trabalho, tivemos a intenção de trazer a contribuição de Niklas Luhmann para o debate acerca da ciência, esperando contribuir na revisão das análises mais convencionais acerca do êxito ou fracasso, potencialidades e constrangimentos, problemas e alternativas do sistema de C&T, de suas instituições científicas e de grupos de pesquisa.

Referências

- AGUIAR, M.M. 2005. *Ciência como política: um estudo dos 'híbridos' da modernidade na Universidade do Terceiro Milênio*. Campos dos Goytacazes, RJ. Dissertação de Mestrado. PPGPS/CCH/UENF, 184 p.
- ASHBY, W.R. 1970. *Introdução à cibernética*. São Paulo, Editora Perspectiva, 345 p.
- ATLAN, H. 1992. *Entre o cristal e a fumaça: ensaio sobre a organização do ser vivo*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 289 p.
- BAIARDI, A. 1996. *Sociedade e Estado no apoio à ciência e à tecnologia: uma análise histórica*. São Paulo, Hucitec, 245 p.
- BARBOSA, W.V. 1986. Tempos pós-modernos. In: J.F LYOTARD, *O pós-moderno*. Rio de Janeiro, José Olympio, p. 1-15.
- CHAUÍ, M. 1994. *Introdução à história da filosofia: dos pré-socráticos a Aristóteles*. São Paulo, Brasiliense, 520 p.
- COHN, G. 1998. As diferenças finas: de Simmel a Luhmann. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 13(38):53-62.
- CORSI, G. et. al. 1996. *Glossário sobre la teoría social de Niklas Luhmann*. México D. F., Antrhopos, 190 p.
- DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO. Medida Provisória nº 131, de 25.09.2003. Estabelece normas para o plantio e comercialização da produção de soja da safra de 2004, e dá outras providências. Publicada no D.O.U. de 26.09.2003, Seção I, 1ª página.
- GIDDENS, A. 1991. *As conseqüências da Modernidade*. 2ª ed., São Paulo, UNESP, 177 p.
- GUIBENTIF, P. 2004. A comunicação jurídica no quotidiano lisboeta. Proposta de abordagem empírica à diferenciação funcional. In: A.-J. ARNAUD e D. LOPES JR., (orgs.), *Niklas Luhmann: do sistema social à sociologia jurídica*. Rio de Janeiro, Lumen júris, p. 175-217.
- HOMANS, G.C. 1999. Behaviorismo e pós-behaviorismo. In: A. GIDDENS e J. TURNER, *Teoria social hoje*. São Paulo, UNESP, p. 91-125.
- LUHMANN, N. e DE GEORGI, R. 1993. *Teoría de la sociedad*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara, 444 p.
- LUHMANN, N. 1995. *Social Systems*. Stanford, Stanford University Press, 627 p.
- LUHMANN, N. 1996. *Introducción a la teoría de sistemas*. México D. F., Antrhopos, 303 p.
- LUHMANN, N. 1997. Por que uma teoria dos sistemas? In: C.E.B. NEVES e E.M.B. SAMIOS, *A nova teoria dos sistemas*. Porto Alegre, Ed, UFRGS/Goethe-Institut, p. 37-47.
- LYOTARD, J. F. 2004. *A condição pós-moderna*. Rio de Janeiro, José Olympio, 131 p.
- MARTINE, G. e CASTRO, C. de M. 1985. *Biocologia e sociedade: o caso brasileiro*. Campinas/São Paulo, UNICAMP/ALMED, 191 p.
- MATIAS, G.R. 2005. *Uma sociologia dos círculos sociais em Campos dos Goytacazes: Darcy Ribeiro e intelectuais na construção da Universidade Estadual do Norte Fluminense*. Campos dos Goytacazes, CGCS/CCH/UENF, *Mimeo*, 108 p.
- MATURANA, H. e FRANCISCO, V. 1997. *De máquinas e seres vivos: autopoiese - a organização do vivo*. Porto Alegre, Artes Médicas, 142 p.
- MATURANA, H. 1983. O que é ver? In: C. MAGRO; M. GRACIANO e N. VAZ, *A ontologia da realidade*. Belo Horizonte, Ed. UFMG, p. 32-45.
- MEIS, L. de e LETA, J. 1996. *O perfil da ciência brasileira*. Rio de Janeiro, EDUF RJ, 103 p.
- MIGLIEVICH RIBEIRO, A.M. 2002. *Universidade, Conhecimento e Missão: círculos Sociais, redes e formação da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro*. Campos dos Goytacazes, RJ. Projeto de Pesquisa. LEEA/CCH/UENF, 32 p.
- NAFARRATE, J.T. 1993. Nota a la versión en español. In: N. LUHMANN e R. DE GEORGI, *Teoría de la sociedad*. Guadalajara, Universidad de Guadalajara, p. 9-24.
- NAFARRATE, J.T. 1996. Introdução. In: N. LUHMANN, *Introducción a la teoría de sistemas*. México D. F., Antrhopos, p. 11-19.
- PARSONS, T. 1976. O conceito de sistema social. In: F.H. CARDOSO e O. IANNI, *Homem e sociedade*. São Paulo, Companhia Editora Nacional, p. 47-62.
- PASTERNAK, G. 1992. *Do caos à inteligência artificial*. São Paulo, Ed. Unesp, 260 p.
- PRIGOGINE, I. 1996. *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista, 199 p.
- REZENDE, S. 2002. Educação, Ciência e Tecnologia no Plano de Desenvolvimento Nacional. In: L. MORHY (org.), *Brasil em questão. A Universidade e a Eleição Presidencial*. Brasília, EDUNB, p. 207-215.
- RIBEIRO, D. 1993. *Plano orientador da Universidade Estadual do Norte Fluminense. (V. 1)*. Rio de Janeiro, UENF, 65 p.
- SILVA JR., P.S.R. da. 2005. *Modernização e suas contradições: notas sobre a experiência da interação LAMAV/UENF e a indústria cerâmica em Campos dos Goytacazes-RJ*. CGCS/CCH/UENF, *Mimeo*, 108 p.
- SCHWARTZMAN, S. 1997. *A redescoberta da cultura*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo/FAPESP, 179 p.
- SHERWOOD, R.M. 1992. *Propriedade intelectual e desenvolvimento econômico*. São Paulo, EDUSP, 215 p.
- TEUBNER, G. 2004. As múltiplas alienações do direito: sobre a 'mais-valia' social do décimo segundo camelo. In: A.-J. ARNAUD e D. LOPES JR. (orgs.), *Niklas Luhmann: do sistema social à sociologia jurídica*. Rio de Janeiro, Lumen júris, p. 109-173.
- VARELA, F. 1990. *Conhecer: As ciencias cognitivas tendencias e perspectivas*. Lisboa, Instituto Piaget, 99 p.
- VERMULM, R. 2002. Promoção do desenvolvimento científico e tecnológico. In: L. MORTHY (org.), *Brasil em questão. A Universidade e a eleição presidencial*. Brasília, EDUNB, p. 197-206.
- ZARUR, G. de C.L. 1994. *A arena científica*. Campinas/ Brasília, Autores associados/FLACSO, 196 p.

Recebido em 10/2005
Aceito em 11/2005