

# PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS E AVANÇOS TECNOLÓGICOS: RESULTADOS ASSOCIADOS DO QUADRANTE PASTEUR

*Maria Amália Gusmão Martins<sup>1</sup>*

## RESUMO

O artigo se concentra sobre dois modelos teóricos associados ao planejamento da pesquisa científica e tecnológica e à arquitetura de sistemas nacionais de C&T: 1) o modelo proposto por Vannevar Bush em *Science, the Endless Frontier*, publicado em 1945, no qual pesquisa básica e pesquisa aplicada se constituem em fases distintas do processo de produção de conhecimento científico e tecnológico; e 2) o modelo proposto por Donald E. Stokes em *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*, publicado em 1997 e hoje em processo de difusão e adoção nos EUA. O texto tem o objetivo de divulgar o modelo de Stokes, por sua riqueza como ferramenta de análise e pela possibilidade de sua aplicação para uma melhor compreensão da pesquisa em áreas nas quais o avanço tecnológico esteja diretamente relacionado com avanços cognitivos. Dados cientométricos, como o volume de produção de trabalhos científicos e a frequência de citações recebidas, bem como o tipo de publicação e a língua utilizada nos artigos, podem ser usados para a verificação do nível de afinidade das áreas de pesquisa do Quadrante Pasteur com o sistema de premiação da ciência. Um setor específico da biotecnologia de plantas - fixação biológica de nitrogênio - foi utilizado como exemplo ilustrativo.

**Palavras-chave:** ciência, tecnologia, pesquisa básica, pesquisa aplicada.

## SCIENTIFIC LITERATURE & TECHNOLOGICAL ADVANCES: ASSOCIATED RESULTS INTO PASTEUR'S QUADRANT

## ABSTRACT

The article concentrates on two theoretical models associated to the planning of scientific and technological research as well as to the architecture of national systems of C&T: 1) the model proposed by Vannevar Bush in 'Science, the Endless Frontier', published in 1945, in which he states that basic research and applied research constitute different phases of the process of production of scientific and technological knowledge; 2) the model proposed by Donald E. Stokes in 'Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation', published in 1997

---

<sup>1</sup> Engenheira agrônoma da Embrapa, doutoranda no Programa de Pós-Graduação do Departamento de Sociologia da Universidade de Brasília - UnB, na área de concentração em Ciência, Tecnologia e Sociedade. E-mail: magmart@solar.com.br

and currently being divulged and adopted at American academic communities and policy-making agencies. The text has the objective of disclosing the model proposed by Stokes, owing to its importance as a tool for analysis and to the possibility of its application for a better understanding of the research in those areas in which technological progress is directly related (as dependent) to cognitive advancements. Biological fixation of nitrogen is the research area used as empirical sample. The article suggests that scientometric data, such as the production of scientific works and their citation rates, as well as the journal status and the language in which the articles were published, could be used to identify the level of attachment of such research area to the science reward system.

**Key words:** science, technology, basic research, applied research.

## INTRODUÇÃO

A despeito do título, este artigo fala muito pouco sobre publicações científicas e avanços tecnológicos. O que se discute aqui são os modelos segundo os quais são pensadas as relações entre pesquisa básica e pesquisa aplicada, entre ciência e tecnologia, entre publicações e patentes.

O artigo se concentra sobre dois modelos teóricos associados ao macroplanejamento da pesquisa científica e tecnológica e à arquitetura essencial de sistemas nacionais de ciência e tecnologia. Um desses modelos foi responsável pela institucionalização de uma forma de pensar ainda dominante entre os grupos científicos e acadêmicos, não apenas dos EUA, onde foi concebido há cinco décadas, mas também nos demais países, de centro e de periferia, que o adotaram. O outro modelo, embora esboçado há mais de três décadas, apenas recentemente vem ganhando espaço e aprovação nos principais fóruns de discussão sobre C&T nos EUA e na Europa.

Se os rumos futuros de uma sociedade estão, em geral, previamente traçados nos modelos mentais por ela adotados (embora este tipo de constatação somente seja confirmada em avaliações *ex-post*), esses modelos podem ser elaborados dentro da própria sociedade que os adota, a partir de elementos marcantes da história de alguns de seus segmentos, ou, ainda, simplesmente, importados de (ou impostos por) espaços sociais cuja história e cultura lhes sejam estranhas.

Nos meios científicos, e sobretudo entre formuladores de política e gestores de C&T nos EUA e num grande número de países do Ocidente, o modelo dominante associado ao macroplanejamento e à gestão da pesquisa tem sido,

por décadas, aquele proposto por Vannevar Bush, em 1945, num relatório oficial intitulado *Science, the Endless Frontier* (Bush, 1945).

A crença de que conhecimento e uso são objetivos conflitantes - e que pesquisa básica e aplicada são categorias distintas - tem sua gênese no texto de Bush. Em 1944, um ano antes do fim da II Guerra Mundial, o Presidente Franklin Delano Roosevelt pediu ao então diretor do Office of Scientific Research and Development, um relatório sobre o papel da ciência em tempos de paz. Embora Roosevelt tenha morrido antes que Bush completasse o seu relatório, este fez exatamente o que lhe foi pedido e definiu uma visão de como a nação poderia manter seus investimentos em pesquisa científica quando a guerra acabasse.

Meia década depois, já nos anos cinquenta, a perspectiva da ciência básica na sua relação com a inovação tecnológica estabelecida no relatório de Bush veio a se tornar a base da política científica dos EUA para as décadas seguintes.

O argumento essencial do autor de *Science, the Endless Frontier* se resume em dois aforismos. O primeiro é que “a pesquisa básica é executada sem intenções de uso prático”. Embora isto já soe como uma definição, e tenha sido com frequência tomado como tal, Bush quis ainda deixar claro que a característica crucial da pesquisa básica, termo cunhado por ele próprio, era a sua contribuição para “o conhecimento geral e uma compreensão da natureza e suas leis”. Bush via uma tensão inerente entre os objetivos (cognitivo e prático) da pesquisa e, conseqüentemente, uma inerente separação entre as categorias de pesquisa básica e aplicada que são, por definição, derivadas desses objetivos. Esta tensão é facilmente resgatada na idéia de um *spectrum* entre pesquisa básica e aplicada, o gráfico unidimensional que veio representar a versão estática do paradigma do pós-guerra (Figura 1). Uma propriedade deste gráfico simples é que a pesquisa não pode estar mais perto de um dos pólos desse *continuum* sem se mover para mais longe do outro polo (Stokes, 1997: p.9-10).

**Figura 1. *Spectrum* básico-aplicado unidimensional.**



Quanto ao segundo aforismo de Bush, ele estabelece que “a pesquisa básica é o *pacemaker* do progresso tecnológico”. Um gráfico unidimensional foi imediatamente associado a esse segundo *canon*, representando a *versão dinâmica* do paradigma do pós-guerra, conhecida como “modelo linear”. No modelo linear, de natureza dinâmica, o movimento implícito parte da pesquisa básica para a pesquisa aplicada, desenvolvimento e operações, resultando em inovação tecnológica por processos de transferência de tecnologia (Figura 2).

**Figura 2. O “modelo linear”: da pesquisa básica para as novas tecnologias.**



Esse “modelo linear”, amadurecido nos primeiros anos do pós-guerra, leva a pensar em pesquisa básica e aplicada como dois fenômenos polares, de possível representação como pontos diamétricos de um segmento de linha (básica à esquerda, aplicada à direita, a básica conduzindo à aplicada sem se misturar a esta - Figura 1).

Considerados os princípios da abordagem proposta por Bush, as pesquisas duplamente orientadas por compromissos de entendimento e uso não estariam compreendidas no modelo, ou dificilmente seriam representáveis em seus gráficos.

### O QUADRANTE PASTEUR

A partir dos anos 70, o processo de produção de conhecimento científico e tecnológico sofreu transformações profundas. Gibbons et al. (1994) sintetizam tais transformações no que chama de Modo 2 de produção do conhecimento, em oposição ao modo tradicional (Modo 1). O Modo 2 é evidenciado pela presença de atributos distintos, tais como transdisciplinaridade, contextualização da produção do conhecimento, heterogeneidade dos atores

envolvidos, diversidade organizacional, transparência e reflexividade (social, ambiental, ética).

Cada vez mais, torna-se impossível considerar, isoladamente, os fatores do binômio C&T. A matemática parece representar o último reduto onde a separação seja ainda possível. As novas tecnologias (microeletrônica, novos materiais, robótica e novas biotecnologias) promovem uma transformação crucial: diluem a grade disciplinar onde até então ainda era possível confinar núcleos de produção do conhecimento, sobretudo nos meios acadêmicos. O conhecimento passa a ser produzido no contexto de sua aplicação, e os atores envolvidos no processo de sua produção pertencem a espaços sociais diversos. O contexto de produção no Modo 2 é mais complexo do que o usualmente considerado para o Modo 1; nele, um conjunto bastante amplo e variado de demandas intelectuais e sociais está em jogo.

No Modo 2, a produção do conhecimento é transdisciplinar e se caracteriza pelo fluxo constante entre básico e aplicado, entre teoria e prática. Pesquisa básica e pesquisa aplicada articulam-se e interagem, viabilizando soluções práticas concretas, embora as especificidades e a relativa independência de cada tipo sejam mantidas.

No final da década de 70, os sinais mais gritantes dessa nova configuração - sintetizados posteriormente como Modo 2 por Gibbons et al. (1994) - já eram visíveis. Foi nesse período que Donald E. Stokes, professor de políticas públicas na *Princeton University*, esboçou o que viria a ser o seu modelo do Quadrante Pasteur, finalizado e publicado em 1997.<sup>2</sup>

Para o desenvolvimento de um modelo capaz de contemplar a possibilidade de uma pesquisa duplamente orientada para entendimento e uso, Donald Stokes tomou como ponto de partida a pesquisa microbiológica (básica) desenvolvida por Pasteur em meados do século XIX, derivada de seus esforços para controlar o processo de fermentação do álcool de beterraba (aplicada).

---

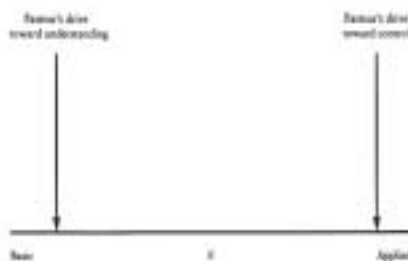
<sup>2</sup> Um primeiro esboço de *Pasteur's Quadrant* está em STOKES, Donald E. "Making Sense of the Basic/Applied Distinction: Lessons for Public Policy Programs". In: CATEGORIES of scientific research - papers presented at 1979 National Science Foundation Seminar. Washington, DC: National Science Foundation, 1979. A idéia do quadrante (ou célula) Pasteur foi ainda discutida em STOKES, Donald E. "Perceptions of the Nature of Basic and Applied Science in the United States". In: GERSTENFELD, A., ed. **Science, policy perspectives: USA-Japan**. Massachusetts: Academic Press, 1982. O último e definitivo trabalho de Stokes sobre o Quadrante Pasteur - *Pasteur's Quadrant: Basic science and technological innovation (Op. cit.)* - foi publicado em 1997, após sua morte.

Uma primeira localização hipotética de Pasteur no modelo unidimensional de Vannevar Bush seria a mostrada na Figura 3a e uma segunda localização possível seria a mostrada na Figura 3b.

**Figuras 3a e 3b. Possíveis localizações de Pasteur num plano conceitual unidimensional.**



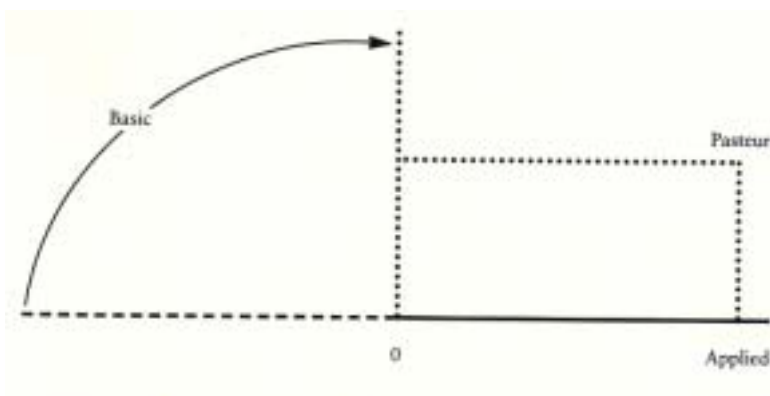
3a.



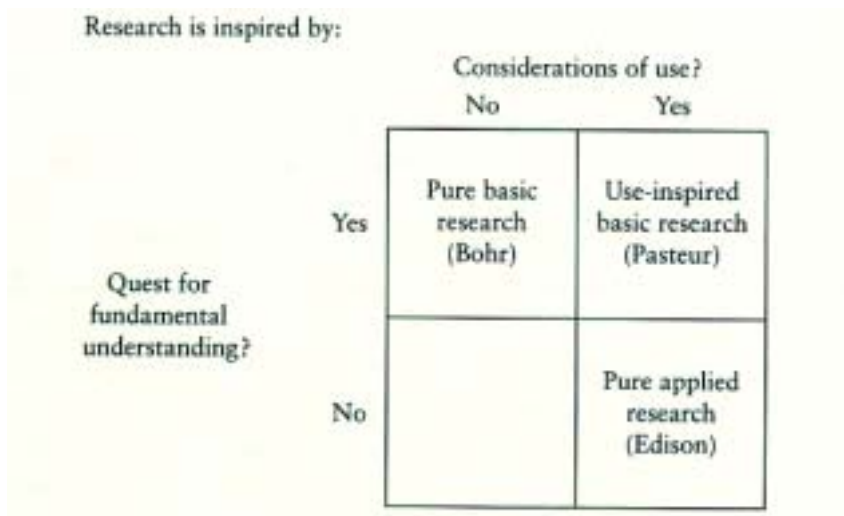
3b.

É partindo dessa segunda possibilidade de representação que Stokes propõe que se rotacione a parte esquerda da linha para cima, a 90° do ponto central (Figura 4) e, em seguida, se estendam as duas linhas de eixo então formadas, de modo a serem criados quatro quadrantes (Figura 5).

**Figura 4 - Localização de Pasteur num plano conceitual bidimensional.**



**Figura 5 - Modelo Quadrante da pesquisa científica.**



A Figura 5 corresponde a uma matriz 2x2, em cujo quadrante superior esquerdo (básica, não aplicada), estaria localizada a pesquisa básica pura, onde estariam classificados os físicos teóricos, representados por Niels Bohr, enquanto no quadrante inferior direito (aplicada, não-básica), se enquadraria a pesquisa aplicada propriamente dita, com seus engenheiros e tecnólogos representados por Thomas Edson. No quadrante superior direito (pesquisa básica de motivação prática), a pesquisa duplamente motivada por conhecimento e uso, representada por Louis Pasteur, teria o seu espaço próprio - o chamado Quadrante Pasteur. Quanto ao quarto quadrante, inferior esquerdo, este abrigaria aquele tipo de pesquisa na qual um problema é sistematicamente explorado sem que a sua escolha tenha ocorrido em função de uso ou conhecimento, orientada pela curiosidade do investigador por coisas particulares.

Apenas para não deixar a representação do Quadrante Pasteur restrita à área biológica, nele poder-se-ia também incluir grande parte do trabalho do economista John Maynard Keynes, bem como a pesquisa fundamental do Projeto

Manhattan, entre outros exemplos sugeridos por Stokes.<sup>3</sup> Segundo Eugene Wong, Diretor-assistente para Engenharia da National Science Foundation (NSF), numa entrevista recente, as atuais “áreas quentes” do conhecimento - redes, modelagem e simulação, nanônica, *XYZ on chips*, bioinformática, engenharia molecular e celular - estão localizadas no Quadrante Pasteur e concentradas na interseção das três “tecnologias transcendentais”<sup>4</sup> do nosso tempo: microeletrônica, tecnologia de informação e biotecnologia.

### MODELOS E REALIDADE

A despeito das linhas de fronteira que se demarquem entre pesquisa aplicada e básica, os anais da pesquisa estão repletos de exemplos de trabalhos desenvolvidos por pesquisadores que foram simultaneamente influenciados tanto pela questão do conhecimento quanto por considerações de uso. Pasteur queria entender *e controlar* os processos microbiológicos descobertos por ele; os físicos do Projeto Manhattan queriam entender *e dominar* a fissão nuclear; os biólogos moleculares querem entender *e alterar* os códigos genéticos do material de DNA (Stokes, 1997: p.79-80).

Durante o meio século passado entre a recepção do modelo conceitual de Vannevar Bush e a proposta de modelo conceitual de Stokes, outras abordagens para o problema da relação básica-aplicada foram sugeridas. Além das duas categorias originais do modelo de Bush, categorias intermediárias, como pesquisa básica orientada e pesquisa estratégica, foram propostas no âmbito da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a partir de 1970. É importante observar que o conceito de pesquisa básica de motivação prática (*use-inspired basic research*) proposto por Stokes não coincide com aquele de pesquisa básica orientada (*oriented basic research*)

---

<sup>3</sup> Para aqueles que desejem saber um pouco mais sobre o Quadrante Pasteur, o site da Princeton University disponibiliza um texto do autor - *The Impaired Dialog Between Science and Government and What Might Be Done About It* - no endereço web <http://www.wws.princeton.edu/~step/step.articles/dialog.html>.

<sup>4</sup> O termo foi usado por Wong durante o Engineering Research Centers Annual Meeting (1998). Na mesma entrevista, um outro termo - *upper-right quadrant* - foi fartamente mencionado, indicando, provavelmente, um certo grau de assimilação e disseminação da visão de Stokes no próprio âmbito da NSF.



proposto pela OCDE em 1970<sup>5</sup>, posteriormente, suplantado pelo conceito de pesquisa estratégica. No âmbito da NSF, foram ainda cunhados os conceitos de pesquisa fundamental, pesquisa estratégica e pesquisa direta e, pelo Australian Science and Technology Council, os conceitos de pesquisa tática (imediatamente aplicável), pesquisa estratégica (intermediária) e pesquisa pura (altamente abstrata). De qualquer modo, essas contribuições estavam sempre associadas, de um modo ou outro, ao modelo de Bush.

O modo de pensar a relação entre ciência e sociedade proposto em *Pasteur's Quadrant* tem tido boa receptividade, nos últimos anos, por grande parte da comunidade científica americana<sup>6</sup> e por *policy makers* menos conservadores. Sua visão é consoante com a de outros observadores atentos do processo de produção do conhecimento nas últimas duas décadas (Gibbons et al., 1994; Pavitt, 1991; Rosenberg, 1990; Narin & Noma, 1985). A noção de pesquisa no contexto de aplicação, que se impõe como uma das características mais marcantes do modo emergente de produção de conhecimento, se alinha diretamente com a visão de Stokes:

*“...a idéia de ‘mercados’ separados para ciência e tecnologia tem que ser abandonada, uma vez que os atores não se movimentam de acordo com modelos lineares, hierárquicos, seqüenciais, da pesquisa para o desenvolvimento, deste para a inovação e desta para o uso, passo a passo.”*(Gibbons et al., 1994: p.160).

---

<sup>5</sup> O termo *oriented basic research* foi originalmente definido por Brooks como “o campo geral no qual um cientista escolhe trabalhar ou é designado para trabalhar e que pode ser influenciado por possível ou provável aplicabilidade, embora as escolhas de direção sejam totalmente governadas por critérios científicos internos” (Brooks, 1967) e adotado depois pela OCDE (OECD, 1970). Na pesquisa básica de motivação prática, a demanda cognitiva preexiste à pesquisa ou existe potencialmente (não apenas possivelmente). A relação entre pesquisa básica orientada e aplicabilidade tem mão única, enquanto a relação entre pesquisa básica de motivação prática e aplicabilidade tem mão dupla.

<sup>6</sup> Algumas áreas de pesquisa enquadradas no Quadrante Pasteur logo abriram espaço para a apresentação do modelo em seus fóruns de discussão. Em 1997, ano da publicação desse livro, a visão de Stokes foi implementada num *workshop* organizado e custeado pelo U.S. Weather Research Program, em Miami, onde meteorologistas, climatologistas e outros membros da comunidade de pesquisa sobre ciclones tropicais se reuniram para discutir as futuras prioridades de seu campo.

Stokes não escondia a sua admiração pelo National Institute of Health (NIH). Essa agência, nos diz ele, graças à sua estratégia institucional baseada na crença de que a pesquisa desenvolvida pela comunidade biomédica se inspiraria em necessidades sociais, pode resistir mais efetivamente à pressão com que o paradigma do pós-guerra afetava a NSF e as agências de fomento de Pesquisa & Desenvolvimento (Stokes, 1997: p.138). Ao mesmo tempo, grande parte de sua crítica ao modelo linear se dirigia, em termos práticos, à NSF<sup>7</sup>.

### EXPLORANDO O MODELO EM TERMOS BRASILEIROS

Os escolhidos por Donald Stokes para nominar os seus quadrantes foram dois cientistas europeus e um tecnólogo americano. Neste artigo, tomamos como exemplo brasileiro de pesquisa com forte convergência e complementaridade entre aplicação e busca de conhecimento a equipe de fixação biológica de nitrogênio do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia da Embrapa (Embrapa Agrobiologia), também conhecida no circuito científico e acadêmico como o “grupo do km 47” ou, ainda, a “equipe Döbereiner”.

Numa situação em que fosse necessário classificar a pesquisa como básica ou como aplicada, *onde se enquadraria o trabalho desenvolvido sobre fixação biológica de nitrogênio pela equipe do Embrapa Agrobiologia?*

---

<sup>7</sup> Por tudo isso, talvez Stokes tivesse gostado de assistir à conferência, recentemente, proferida (em 1998) pelo Dr. Neal Lane, presidente da NSF, por ocasião de uma reunião da American Association for the Advancement of Science (AAAS). Nessa conferência - “A new bounty and its demands” (Uma nova subvenção e suas demandas) - o Dr. Lane incluiu uma pequena homenagem a Stokes e o reconhecimento da sua contribuição, nas seguintes palavras: “... *in this new time in science, we have been fortunate to have the astute perspective of scholars such as Donald Stokes, who for 18 years served as dean of the Woodrow Wilson School of Public and International Affairs at Princeton University. [...] In [his seminal work, Pasteur Quadrant], Stokes has helped us to understand why the terms basic research and applied research have misled us to believe that great science and useful science were mutually exclusive. He documents repeatedly the synergy — not the separation — in research. He recasts our view of understanding and use as happening simultaneously and feeding each other. I believe that Stokes’ views will move the science community toward greater unanimity as it attempts to address the increased expectations and demands on science today. The more knowledge we generate and the more problems we solve, the higher the expectations rise. We have heard them voiced by the President, the Congress, and the electorate.*”

É verdade que a própria Dra. Johanna Döbereiner, numa entrevista a Carlos Chagas Filho, em 1986 - década na qual a produção científica de sua equipe contribuiu extraordinariamente para o avanço do conhecimento na área da microbiologia de solos - definia a pesquisa desenvolvida por sua equipe como aplicada (SBPC, 1998: p.79-80).

Para a pesquisa agropecuária, essa classificação é quase automática. De fato, a contribuição dos resultados obtidos por Döbereiner e sua equipe para a solução de problemas práticos foi expressiva, sobretudo com relação à soja, embora o principal foco de sua pesquisa seja a fixação de nitrogênio em gramíneas. Os trabalhos desenvolvidos pelo grupo da Dra. Döbereiner, no Rio de Janeiro, e do Dr. Jardim Freire, no Rio Grande do Sul, foram fundamentais para os resultados obtidos no melhoramento da soja brasileira, já a partir dos anos 70. Sem esses resultados, o cultivo da soja no Brasil seria inviabilizado, pelo alto custo da adubação com nitrogênio<sup>8</sup>. Além do óbvio impacto positivo ambiental, graças à supressão de uso de fertilizantes nitrogenados, o impacto econômico desses resultados alcança cifras superiores a US\$ 1,5 bilhões anuais. Além das soluções diretamente relacionadas com o suprimento de nitrogênio via microorganismos fixadores e com a formulação de inoculantes, os resultados de pesquisa em fixação biológica de nitrogênio ainda permitiram e incentivaram outras práticas, como o uso de leguminosas para adubação verde, e se estenderam a outras áreas de pesquisa, como a ambiental e a agroecológica.

Simultaneamente aos ensaios de campo e laboratório, ao contato com produtores e à produção de soluções a serem incorporadas no processo produtivo, a produção do grupo da Dra. Döbereiner implicou importantes avanços de natureza cognitiva para a microbiologia do solo, tendo alcançado pleno reconhecimento por parte de cientistas americanos e europeus, sobretudo no espaço acadêmico. Na década de 80, um novo gênero de bactéria (*Herbaspirillum*) foi proposto e novos organismos foram isolados

---

<sup>8</sup> Segundo Döbereiner, o custo relativamente baixo de produção da soja brasileira se deve ao fato de a Comissão Nacional de Soja, nos anos 60, ter decidido que a soja brasileira seria selecionada e melhorada para produzir sem adubo nitrogenado, aproveitando a simbiose entre as bactérias e as raízes da planta. (Entrevista a Carlos Chagas Filho - *Op. cit.*).

e descritos por membros daquele grupo. O fator de impacto<sup>9</sup> calculado para a produção do grupo em diversos períodos, bem como outros indícios de credibilidade e autoridade são fortes indicadores de sua qualidade, comparável à das equipes de pesquisa européias e americanas nessa área<sup>10</sup>.

A pesquisa desenvolvida pelo grupo tem sido, assim, duplamente orientada por considerações de uso e de avanço de conhecimento. Embora se possam identificar momentos de predominância básica ou aplicada, seria impossível separar as frações de natureza prática das frações de natureza cognitiva nesse todo chamado pesquisa.

Na pesquisa agropecuária, a pesquisa básica de motivação prática, aqui representada por Döbereiner e sua equipe, reúne um considerável contingente de pesquisadores concentrados sobre objetos de interesse científico, porém diretamente relacionados com a solução de importantes problemas de natureza prática. Todavia, há que se distinguir os diferentes graus de participação desses grupos no processo de produção de conhecimento.

A importância de se fazer tal distinção está relacionada ao sistema de valores segundo o qual o pesquisador (ou equipe) orientará a sua escolha no momento da seleção e definição do problema a pesquisar. É quase imediato o entendimento de que no Quadrante Bohr (pesquisa básica) as regras vigentes são fortemente orientadas pelo campo científico<sup>11</sup>, assim como o fato de que as regras vigentes no Quadrante Edson (pesquisa aplicada) são quase que exclusivamente governadas pelo campo econômico. No entanto, com relação ao Quadrante Pasteur, a identificação do campo de influência não é assim tão óbvia.

---

<sup>9</sup> O Fator de Impacto ( $F_i = \text{número de citações recebidas} / \text{número de trabalhos produzidos}$ ) é um índice cientométrico comumente utilizado nas avaliações qualitativas da produção científica de países, equipes, ou pesquisadores individuais.

<sup>10</sup> Dados de pesquisa de doutorado em andamento, levantados junto ao *Science Citation Index*, a base de dados do Institute for Scientific Information (ISI), ampla e usualmente utilizada em investigações cientométricas.

<sup>11</sup> O conceito de *campo científico* aqui utilizado é o de Bourdieu, ou seja, o espaço de uma luta concorrencial, onde o que está em jogo “é o monopólio da autoridade científica definida, de maneira inseparável, como capacidade técnica e poder social; ou, se quisermos, o monopólio da competência científica, compreendida enquanto capacidade de falar e de agir legitimamente (isto é, de maneira autorizada e com autoridade), que é socialmente outorgada a um agente determinado” (Bourdieu, 1994: p.122-123).

## QUADRANTE PASTEUR - DIVISÃO DÖBEREINER

Num espaço de convivência entre pesquisa básica e aplicada, seria praticamente impossível a adoção de um sistema de avaliação e premiação de desempenho capaz de atender adequadamente a um e a outro grupo.

As preocupações de cunho mais fundamental na pesquisa agrícola - como as da fixação biológica de nitrogênio (FBN<sup>2</sup>), por exemplo - requerem anos de trabalho, planejamento de longo prazo e garantia de financiamento. O tipo de pesquisa desenvolvida nessas áreas não é atrativo para o setor privado não apenas pela distância temporal entre investimento e resultado, mas, sobretudo, pelo volume de investimento necessário, entre outras razões. O grau de dependência dessas áreas com relação ao financiamento governamental é, portanto, relativamente alto.

Para áreas (ou equipes de pesquisa) de forte adesão com o sistema de valores do campo científico, como a de FBN<sup>2</sup>, a produção de informação sobre resultados é motivada e orientada pelas regras deste campo, mais do que pela pressão institucional por resultados, embora essa demanda seja, também, naturalmente atendida. Todavia, a produção de textos científicos não é, por si, uma garantia de inclusão no cerne mais efervescente de uma área, onde as coisas de fato acontecem. Em termos de comunicação, as duas características mais importantes de um cientista ainda são a quantidade de informação que ele comunica e a qualidade dessa informação (Meadows, 1998: p.85-86). Uma medida da produtividade de pesquisadores acadêmicos (ou da pesquisa básica) é o número de artigos científicos. Assim, a produtividade é geralmente medida em termos de artigos publicados. Por outro lado, a aferição da qualidade dos trabalhos envolve uma série de instâncias específicas, desde o sistema de *peer review*, sobre o qual se baseia a aceitação do texto científico para publicação, até as bases de dados que indexam os trabalhos e informam a frequência com que são citados em outros trabalhos também indexados.

Segundo Sousa (1993: p.147), embora a busca por publicação em revistas especializadas não seja incoerente com a prática da pesquisa aplicada (tanto quanto o é para os que se especializam na atividade de desenvolvimento, por exemplo), atender à demanda da sociedade quase sempre entra em choque com a excessiva preocupação em publicar trabalhos científicos. Publicar é mais uma demanda da ciência do que da tecnologia, e é esta última que se localiza mais próxima do atendimento a demandas específicas da sociedade.

Essa tendência é evidenciada quando se compara o número total de artigos publicados nas diferentes áreas de pesquisa (científicas e tecnológicas). Sobre a importância da publicação científica em ambientes científicos e tecnológicos, Derek de Solla Price sugeriu: “*science may be papyrocentric but a large part of technology is papyrophobic*”.<sup>12</sup>

Com relação a patentes tecnológicas na área de fixação biológica de nitrogênio, apenas os EUA, alguns países da Europa (França, Holanda, Grã-Bretanha e Dinamarca) e a Austrália possuem, nesta área, proporções equivalentes entre número de publicações científicas e patentes (De Looze, 1994).

No Brasil, apesar de os resultados da pesquisa terem contabilização visível, como, por exemplo, no caso da soja, a economia pela supressão do uso de fertilizantes nitrogenados, o número de patentes é ainda inexpressivo. Vale lembrar que, de modo geral, na pesquisa agrícola governamental brasileira, a preocupação com a exploração comercial dos resultados é recente. Num estudo comparativo entre pesquisadores brasileiros e britânicos quanto aos possíveis impactos socioeconômicos do patenteamento de produtos e processos biotecnológicos na agricultura, Guimarães (1999) verificou que os pesquisadores britânicos, até 1993, eram mais socializados a respeito do tema do que os brasileiros. De fato, a discussão sobre patentes e propriedade intelectual parece ter atingido um público menos restrito somente a partir do ano da promulgação da Lei 9.279, de 1996.

Assumindo a idéia de que o Quadrante Pasteur abriga, teoricamente, um amplo espectro de perfis, partindo do pesquisador preocupado com a contribuição para o conhecimento ao pesquisador envolvido com a utilidade e potencialidade mercadológica do seu produto de pesquisa, talvez devêssemos ir além de Stokes, numa espécie de investigação exploratória do seu modelo, ou, mais exatamente, do quadrante superior direito do seu modelo.

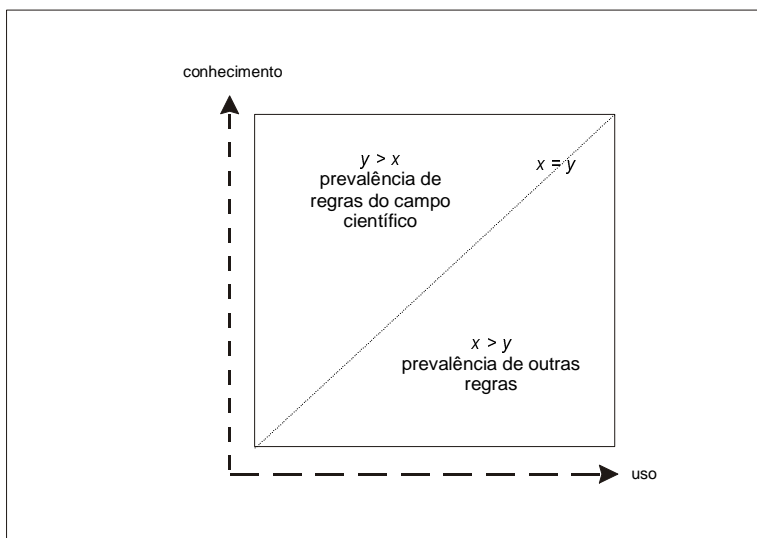
Nessa investigação exploratória, começaríamos pela questão da localização (da pesquisa, equipe ou objeto) no plano ali representado. Tomando-se o Quadrante como um espaço cartesiano, onde seja possível a localização de um ponto  $(x,y)$ ,  $x$  corresponderia ao grau de aplicabilidade

---

<sup>12</sup> SOLLA-PRICE, D. de. Citation measures of hard science, soft science, technology, and nonscience. In: CARNOT, N.; POLLACK, D., ed. **Communications among scientists and engineers**. Massachusetts: Heath Lexington Books, 1970. Chapter 1, p. 3-22. Citado por Narin & Noma (1985).

dos resultados buscados e  $y$  corresponderia ao caráter cognitivo (em maior ou menor grau) da pesquisa. Traçando-se uma reta  $x = y$ , obtêm-se duas divisões: uma divisão superior, onde estariam localizadas as pesquisas, equipes ou objetos de natureza predominantemente cognitiva, e uma outra, inferior, onde estariam localizadas as pesquisas, equipes ou objetos de natureza predominantemente prática (Figura 6).

**Figura 6. Representação de duas divisões, superior e inferior, no Quadrante Pasteur, correspondentes ao caráter predominantemente cognitivo ou prático da pesquisa, equipe ou objeto sob análise.**



A divisão norte do quadrante, que poderíamos chamar Divisão Döbereiner, abrigaria aquele tipo de pesquisa de longo termo, influenciada pelas regras do campo científico, bem como as equipes de pesquisa com participação efetiva no fórum de discussão de sua área, e cuja produção seja, de fato, incorporada ao acervo cognitivo da área.

Na Divisão Döbereiner, o sistema de avaliação e premiação dominante é o do campo científico e baseia-se em dois critérios essenciais: produção científica e prioridade de descoberta. A localização de um grupo ou pesquisador individual dentro da Divisão Döbereiner estaria condicionada, portanto, à sua performance como cientista, aferida segundo as regras do campo científico.

Uma típica área de pesquisa do Quadrante Pasteur - biotecnologia de plantas, por exemplo - poderia ter diferentes localizações, em uma ou outra divisão, segundo o setor analisado, a equipe de pesquisa ou pesquisador individual tomado como referência, ou, ainda, o objeto ou problema de pesquisa especificado.

De uma perspectiva mais ampliada, em termos internacionais, a pesquisa brasileira sobre fixação biológica de nitrogênio estaria localizada na divisão norte, considerando-se o seu retorno, medido pelo fator de impacto ( $F_i$ ) de sua produção, e a inserção dos seus grupos de referência na comunidade internacional.

A inserção independe de uma perspectiva disciplinar. Do ponto de vista de outras áreas disciplinares, como a bacteriologia, por exemplo, as pesquisas desenvolvidas no Brasil sobre os objetos biológicos descobertos na década de 80 - as bactérias *Herbaspirillum seropedicae*, *Azospirillum amazonense*, *Paenibacillus azotofixans* e *Acetobacter diazotrophicus* - e a repercussão de seus resultados posicionariam esses grupos na divisão norte.

Um outro exemplo brasileiro cuja localização na divisão norte do quadrante seria imediata, é a pesquisa sobre Doença de Chagas desenvolvida pelo grupo de parasitologia do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, da UFRJ.

## CONCLUSÕES

Sendo objetivo deste artigo a apresentação e divulgação do modelo Quadrante Pasteur, de Donald Stokes, para uma compreensão mais ampla e estruturada da interação entre pesquisa básica e pesquisa aplicada, as conclusões estarão mais relacionadas com o modelo e com as possibilidades de sua aplicação do que com as considerações sobre a produção científica da equipe Döbereiner na área de fixação biológica de nitrogênio, aqui feitas apenas a título de exemplo.

Embora submetidos a normas institucionais não diferenciadas, quase sempre privilegiadoras da pesquisa aplicada, os grupos de localização potencial na divisão



superior do Quadrante Pasteur são orientados, simultaneamente, por um outro sistema de regras, típico da ciência. Neste sistema, produtividade está relacionada com a informação publicada, e qualidade está associada a retorno (em frequência de citações) e reconhecimento pelos pares. Um mapeamento mais abrangente da produção dos grupos de pesquisa típicos do Quadrante Pasteur - com utilização de indicadores complementares (científicos e tecnológicos) na mensuração de seus resultados - poderá corrigir alguns vieses de interpretação frequentemente encontrados, sobretudo em avaliações em que critérios tipicamente econômicos são aplicados.

Stokes formulou a sua teoria com base em variáveis reais já existentes há décadas no contexto americano. A situação estava dada, o contexto definido, e o modelo anterior (linear) dava sinais de cansaço e não respondia mais às novas (e velhas) situações. O impacto de um modelo como o de Stokes no âmbito da pesquisa acadêmica e da política científica e tecnológica americana era, de certo modo, previsto.

O modelo de Stokes foi formulado num contexto fervilhante e complexo, envolvendo somas fabulosas no financiamento da pesquisa governamental, instituições do porte de uma National Science Foundation, a Guerra Fria, o alto volume de patentes industriais baseadas em resultados da pesquisa básica desenvolvida por instituições público-governamentais e de outros elementos grandiosos inexistentes no nosso meio. E, assim sendo, no que concerne a países como o nosso, que tipo de contribuição poderia trazer tal modelo?

No nosso contexto, a contribuição de Stokes se aplicará como ferramenta de análise a uma variedade de novas situações, típicas de um país em desenvolvimento e, portanto, inexploradas pelo professor de Princeton.

Poder-se-ia pensar em vários desdobramentos, como, por exemplo, a compreensão dos sistemas de avaliação e premiação dessas áreas de dupla natureza (básica-aplicada), cujas regras são, muitas vezes, ambíguas e inadequadas ao tipo de trabalho ali desenvolvido<sup>13</sup>. Poder-se-ia pensar, ainda,

---

<sup>13</sup> Os habitantes do Quadrante Pasteur, sobretudo aqueles da fração básica do quadrante, vivem sob as regras oriundas de dois mundos, quase sempre contraditórias entre si: regras institucionais que premiam os resultados comercializáveis da pesquisa (patentes de produtos e processos etc.) e avaliam a produção do trabalho individual dentro de um enfoque mais quantitativo do que qualitativo; e regras do campo científico, que medem qualitativamente a produção do trabalho individual e premiam resultados nem sempre comercializáveis no campo estritamente econômico, mas negociáveis no campo da produção de bens simbólicos, no qual conhecimento gerado pode ser transformado em crédito, credibilidade, novas oportunidades de financiamento da pesquisa etc.

na incorporação do modelo ao discurso tecnológico, ampliando as suas fronteiras e aproximando-o mais da esfera da cultura (e da ciência, conseqüentemente), ao considerar outros elementos além daqueles usualmente considerados no quadrante inferior direito da matriz de Stokes, quase que exclusivamente econômicos. Poder-se-ia aplicar ainda o modelo de Stokes para uma melhor compreensão e definição da expectativa de patentes; na distribuição de recursos para a pesquisa; e para uma série de outras situações associadas à necessidade urgente de se ter uma política científica e tecnológica razoavelmente delineada para o país, num nível de definição mais agregado do que o existente nos vários programas nacionais de C&T e mais substantivo do que o das sinalizações contidas nos planos estratégicos nacionais.

#### REFERÊNCIAS

- BOURDIEU, P. O campo científico. In: ORTIZ, R., org. **Pierre Bourdieu**. São Paulo: Ática, 1994. p.122-123. (Col. Grandes Cientistas Sociais).
- BROOKS, H. Applied science and technological progress. **Science**, v.156, p.1706-1712, June 1967.
- BUSH, V. Science, the endless frontier. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1945.
- DE LOOZE, Marie-Angéle. The applications of scientometric tools to the analysis of a sector in plant biotechnologies: nitrogen fixation. **Scientometrics**, v.30, n.1, p.23-34, 1994.
- DÖBEREINER, J. A pesquisa aplicada desenvolvida pela equipe do CNPAB-1986. In: SBPC. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. **Cientistas do Brasil**. São Paulo, 1998. p.79-80. Entrevista a Carlos Chagas Filho.
- GIBBONS, M. [et al.]. **The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies**. London: SAGE, 1994.
- GUIMARÃES, T. de A. Impactos socioeconômicos do patenteamento em biotecnologia: um estudo comparativo entre países de diferentes estágios de desenvolvimento econômico. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.15, número especial, p.83-102, 1998.
- MEADOWS, A. J. **Communicating research**. New York: Academic Press, 1998.

- NARIN, F.; NOMA, E. Is technology becoming science? **Scientometrics**, v.7, n.3-6, p.369-381, 1985.
- OECD. Organization for Economic Cooperation and Development. Directorate for Scientific Affairs. **The measurement of scientific and technical activities**: proposed standard practice for surveys of research and experimental development. Frascati manual. Paris: OECD, 1970. p.13.
- PAVITT, K. What makes basic research economically useful? **Research Policy**, v.20, p.109-119, 1991.
- ROSENBERG, N. Why do firms do basic research (with their own money)? **Research Policy**, v.19, p.165-174, 1990.
- SOUSA, I. S. F. de. **A sociedade, o cientista e o problema de pesquisa, o caso do setor agrícola brasileiro**. São Paulo: HUCITEC/ Brasília: Embrapa-SPI, 1993.
- STOKES, D. E. **Pasteur's Quadrant**: basic science and technological innovation. Washington, DC: Brookings Institution Press, 1997.