

# **Pesquisa e desenvolvimento: uma análise econômica \***

Larry A. Sjaastad \*\*

1. Introdução. 2. Natureza da pesquisa 3. O nível ótimo de pesquisa básica.

## **1. Introdução**

A ajuda federal às atividades de pesquisa e desenvolvimento nos Estados Unidos da América do Norte ultrapassa, hoje em dia, 15 bilhões de dólares anuais. Pesa, portanto, no orçamento. Todavia, ainda mais significativa que o nível, é a taxa de crescimento da ajuda. Basta notar que, em 1950, as despesas federais com pesquisa e desenvolvimento orçavam apenas em cerca de um bilhão de dólares. Concomitantemente com o crescimento das despesas, aumentou a apreensão quanto à natureza e valor dos benefícios que produzem. Embora não haja estimativa definitiva do valor desses benefícios, o consenso geral é o de que o nível da ajuda federal que aproveita atualmente, às ciências e, particularmente, à pesquisa básica, não é exagerado. E, o que não surpreende, essa opinião

\* Conferência pronunciada na Escola de Pós-Graduação de Economia do Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas. Foi preparada ao tempo em que o autor era membro da Comissão de Avaliação de Programas do Escritório do Orçamento do Governo dos Estados Unidos da América do Norte. Os pontos de vista expostos são de responsabilidade exclusiva do autor.

\*\* Da Universidade de Chicago.

encontra maior número de adeptos entre os beneficiários diretos — os próprios cientistas. Por exemplo, os cientistas parecem ter, por estreme de dúvida, que o merito científico intrínseco é motivo bastante para justificar a ajuda federal. Visão mais tímida, conquanto ainda assim generosa, é a que considera que a comunidade científica está mais bem dotada para decidir qual o montante de fundos que devem se destinar à pesquisa científica. Em termos operacionais ambos os dois modos de ver parecem ter as mesmas implicações; vale dizer que o montante da ajuda a ser dada à ciência deve ser o que os cientistas julgam necessário. A falha do argumento já foi salientada. Harry Johnson acentua que esse “enfoque estriba-se numa hipótese específica a respeito da oferta de talento; a de que há na população, um grupo limitado, pronta e precisamente identificável, capaz de desempenhar-se razoavelmente bem das tarefas científicas, existindo, ademais, entre esse grupo e o restante da população, diferenças marcantes de habilitações. A hipótese não tem sentido econômico no longo prazo. O que se espera é que a oferta de qualquer tipo de trabalho qualificado varie em reação à renda e às oportunidades existentes”.<sup>1</sup>

Se, como argumenta Johnson, não se pode confiar na autodisciplina dos cientistas para alcançar o resultado desejado, quais seriam, então, as alternativas? Em primeiro lugar, cumpre que o resultado desejado seja cuidadosamente especificado. Presupõe-se que a pesquisa científica seja levada até o ponto em que o rendimento marginal de um dólar seja igual a um dólar. Entre outros, Nelson argumenta, persuasivamente, que há benefícios externos, resultando, daí, não poder o mercado fornecer a quantidade ótima de atividades de pesquisa.<sup>2</sup> Acresce que os estudos que correlacionam o crescimento do produto com o dos insumos chegaram, quase sempre, à conclusão de que os últimos não explicam totalmente o primeiro, atribuindo-se a diferença, pelo menos em parte, aos progressos dos conhecimentos humanos. As provas colhidas condizem com a validade

<sup>1</sup> Johnson, Harry G. Federal support of basic research; some economic issues. In: National Academy of Sciences. *Basic research and national goals*. Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, 1965. p. 139-40.

<sup>2</sup> Para uma exposição sobre a maneira como a pesquisa e desenvolvimento aproveitam à sociedade e as condições necessárias para que essas atividades sejam otimizadas, ver Nelson, R. R. The simple economics of basic research. *Journal of Political Economy*. p. 297-306, Jun. 1959. O trabalho vai diretamente ao âmago da questão. Uma defesa recente, acabada e desapaixonada da ajuda crescente à pesquisa é que se encontra em R.R. Nelson e outros: *Technology, economic growth and public policy*. Washington D.C., The Brookings Institution, 1967.

empírica da proposição teórica, embora, como é claro, não a comprovem. Conseqüentemente, torna-se muito difícil extrair da observação dos fatos qualquer orientação que ajude a determinar o nível ótimo do auxílio governamental à atividade de pesquisa. Esse artigo tem por fim elaborar uma estrutura conceitual que permite analisar o problema. O enfoque utilizado supõe que a pesquisa e o desenvolvimento englobem várias categorias de atividades e que a atividade seja homogênea em cada uma delas. Tal abstração, conquanto não altere a natureza qualitativa dos resultados, restringe, sobremaneira, a utilidade prática da análise.

## 2. Natureza da pesquisa

Os estudos sobre a pesquisa e desenvolvimento consideram, em geral, três categorias de atividade: a pesquisa básica, a pesquisa aplicada e o desenvolvimento. A pesquisa básica é uma atividade que se destina a obter conhecimento pelo conhecimento. Permite alcançar conhecimento que se tornará, talvez, bastante útil, tanto para o consumo direto, quanto como insumo para outros tipos de pesquisa. Todavia, a utilidade desse conhecimento somente é reconhecida *a posteriori*. Vale dizer, para que uma pesquisa seja considerada básica cumpre que o pesquisador não possa prever o conhecimento que provavelmente alcançará, não lhe sendo, pois, possível prever como ele será utilizado. A pesquisa aplicada distingue-se da básica por poder especificar *a priori* a utilização do produto (novo conhecimento). Todavia, ainda não se conhece, com certeza, quanto custará a obtenção desses conhecimentos. A categoria final, — desenvolvimento — é a produção de conhecimentos que serão utilizados diretamente em algum processo. Acresce que, nesse caso, os custos da obtenção do conhecimento podem ser, em geral, previstos com muito mais precisão que no da pesquisa aplicada.

Pode-se identificar dois tipos de produto, dentro de cada uma dessas três atividades. Por um lado, temos o conhecimento tido por útil, atual ou potencialmente, para algum processo produtivo. De outro, temos o conhecimento que apenas tem valor para o consumo direto. Esse último satisfaz-nos a curiosidade sobre o mundo em que vivemos, mas não pode previsivelmente ser empregado para a produção de bens e serviços no sentido normal da expressão. Grande parte da pesquisa e desenvolvimento relacionados com a exploração do espaço parece ser desse último tipo. Vale dizer, a população em geral obtém benefícios da exploração sob a

forma de maior inteligência e maiores informações sobre os outros planetas, embora não se possa prever como o conhecimento será utilizado nos processos de produção existentes.

As despesas com pesquisa para a criação de conhecimentos, cuja única utilização é o consumo direto por parte do público, deveriam obedecer aos mesmos critérios que determinam o nível de despesas com outros bens de consumo público. Conseqüentemente, são de pouco interesse para este estudo. A preocupação principal deste artigo é com as despesas atinentes à pesquisa orientada para a criação de conhecimentos, que serão posteriormente utilizados em algum processo produtivo. Essas despesas são investimentos como outro qualquer, no sentido de que os benefícios serão postergados para uma data ou datas futuras. O produto desse tipo de pesquisa pode ser considerado como um acréscimo ao estoque de um capital que denominaremos — falecendo termo melhor — de *conhecimento útil*. Advirta-se que esse conhecimento, sobre ter as características de um bem de capital altamente durável, visto não poder ser destruído pelo uso, embora possa ser despercebido, subutilizado ou perdido, também possui as feições de bem público, pois é passível de ser utilizado simultaneamente em vários lugares e de maneiras distintas. Advirta-se, mais, que a utilização de um conhecimento, num determinado lugar e de uma determinada maneira, não lhe reduz a quantidade disponível para ser usada em outros lugares e de outras maneiras. Segue-se que a produção de conhecimento útil pode ser tida por criação de um bem de investimento público.

Por hipótese, todas as três atividades de pesquisa e desenvolvimento descritas acima redundam num produto que é, parte bem de consumo, parte, bem de investimentos públicos. Para simplificar, suporemos que os dois bens sejam produzidos por processos distintos identificáveis, que lançam mão dos insumos convencionais, trabalho e capital, para obterem o produto; segue-se que a determinação dos custos envolvidos pela obtenção desses produtos não apresenta problema. Todavia, que se pode dizer dos benefícios? No caso de bem de consumo, não há dificuldade: os benefícios são os oriundos do consumo direto do conhecimento novo. No entanto, no caso do bem de investimento, os benefícios tomam forma diferente; são iguais ao valor presente das reduções dos custos futuros, obtidas pela aplicação do conhecimento novo na produção de bens e serviços convenientemente definidos. O acréscimo presente do estoque de conhecimento útil tem o efeito de aumentar o produto (renda nacional) futuro, dadas as quantidades existentes dos fatores convencionais.

O ideal seria que todo conhecimento útil novo pudesse estar à disposição de quem quer que desejasse utilizá-lo, por um custo nulo. Isto, em virtude de sua natureza de bem público. Uma vez criado, o custo alternativo do conhecimento útil é zero, pois seu uso sob uma forma não obsta que seja utilizado sob outra, no presente ou no futuro. O ponto nos leva obviamente ao cerne do problema. Se o conhecimento novo for utilizado da maneira mais eficiente, eliminar-se-ão todos os incentivos econômicos para a sua produção, o que implica que se ele chegar a ser produzido o será a uma taxa aquém da ótima. O ponto tem sido muito salientado na literatura.<sup>3</sup> Há uma longa tradição na ciência que diz que o conhecimento novo, uma vez criado, deve ser posto, logo, à disposição de todos os que tenham interesse nele. A tradição é ainda mais forte na área da pesquisa básica, embora exista também nas outras. Todavia, no caso da pesquisa básica, convencionou-se que o conhecimento novo deve estar à disposição de todos que o desejarem a um custo *nominal ou nulo*. Não é esse o caso, nem de algumas pesquisas aplicadas, nem do que denominamos de desenvolvimento. Surgiram instituições que permitem ao produtor auferir, no todo ou em parte, o lucro comercial do conhecimento novo. O exemplo, por excelência, é o sistema de patentes que existe de uma forma ou de outra há, pelo menos, cinco séculos.<sup>4</sup> A feição característica que interessa, no sistema de patentes, não reside em ele suprimir o conhecimento novo, mas antes em provocar a difusão de conhecimentos novos, particularmente de conhecimentos de valor comercial e exigir de quem se utiliza deles que pague, ao titular, *royalties* ou outras quantias estipuladas no contrato de licenciamento. Conseqüentemente, vemos que a lei estabelece direitos para os indivíduos envolvidos na pesquisa aplicada e na atividade de desenvolvimento. Desta forma, o produto de seus trabalhos é definido de alguma maneira e o valor desse produto objeto de um direito de propriedade privada. Segue-se que o sistema de patentes incentiva a atividade criadora nos casos em que o produto tem valor comercial previsível. Ao fazê-lo, é claro, impede que o conhecimento novo seja utilizado livremente. Daí, sua subutilização. Não obstante, seria

<sup>3</sup> Essa argumentação levou à recomendação de que o público em geral deveria financiar a pesquisa e desenvolvimento. Por exemplo, Michael Polanyi escreve: "Para que as invenções possam ser usadas livremente por todos, faz-se mister liberar os inventores da necessidade de ganhar suas recompensas comercialmente. Cumpre, ao revés, que se lhes conceda o privilégio de serem recompensados pelos cofres públicos." Ver Patent reform. *Review Economic Studies*, v. 11, p. 65, 1943-44.

<sup>4</sup> Para uma análise excelente da história do sistema de patentes e das questões pertinentes ver Machlup, Fritz. *An economic review of the patent system* preparada para o Congresso dos Estados Unidos da América do Norte, Subcomissão do Senado para Patentes, Marcas de Fábrica e Direito do Autor, da Comissão do Poder Judiciário. 85.º Congresso. Segunda Assentada.

difícil pôr em dúvida a superioridade desse sistema sobre qualquer outra instituição jurídica que não admitisse o privilégio.<sup>5</sup>

Do ponto de vista das questões abordadas neste estudo, parece mais útil adotar-se uma divisão da atividade de pesquisa e desenvolvimento que distinga produtos patenteáveis dos não patenteáveis, ao invés de classificá-los, como anteriormente, em pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento. Um privilégio de invenção é essencialmente um direito a toda ou parte da redução do custo futuro que pode ser obtida pelo emprego do conhecimento novo. Se o conhecimento novo tem valor comercial, então o produtor poderá patentear-lo e obter o lucro daí decorrente. Em última análise, pode-se esperar que o benefício de uma certa quantidade do conhecimento novo reverterá para os consumidores; se o sr. X inventa, hoje, uma ratoeira mais aperfeiçoada obtendo, mediante a concessão do privilégio de invenção, o direito a receber *royalties*, é razoável supor que o sr. Y inventará, futuramente, uma ratoeira ainda mais perfeita, tornando a patente anterior sem valor e provocando uma queda do preço das ratoeiras até, pelo menos, o nível do custo marginal (dos recursos) de produção das ratoeiras do sr. X. Seja como for, subsiste o incentivo para a atividade de pesquisa e desenvolvimento para a produção comerciável. O pesquisador deve apenas reconhecer que a vida útil do conhecimento novo, que produz, pode ser bastante curta, vale dizer, o conhecimento útil deprecia-se como qualquer outro capital.

O sistema de patentes funciona melhor no estágio final da produção de conhecimento útil – estágio em que o produto do conhecimento pode ser diretamente empregado na produção de bens e serviços. O sistema de patentes parece ser totalmente inoperante no estágio inicial da produção de conhecimento, útil, vale dizer, na pesquisa básica. Suponhamos, para simplificar, que haja dois estágios na produção de conhecimentos úteis, pesquisa básica e aplicada, não sendo patenteável a pesquisa básica, que é útil apenas como insumo para a aplicada, cujo produto é patenteável. Suponhamos, mais, que todos os mercados de fatores e de produtos sejam competitivos. Em tal situação, não há incentivo para a pesquisa básica, ainda que se lhe reconheça valor para a sociedade, como contribuição ao produto da pesquisa aplicada. É óbvio que, na medida em que qualquer

<sup>5</sup> "Todavia, embora se conheçam muito bem tanto esses (criação de monopólios) como muitos outros malefícios do sistema de patentes, que mencionarei adiante, o consenso geral, ainda depois dos muitos debates públicos, que ocorreram, principalmente, nos últimos vinte anos, pouco mais ou menos, é o de que a proteção outorgada pelo Privilégio de Invenção não deve ser completamente abolida. Acredita-se, em geral, que a abolição provocaria iniquidades mais graves e prejuízos mais sérios ao bem-estar geral que os acarretados pelo uso e o ocasional abuso dos monopólios garantidos pela patente." Polanjvi, M. *Op. cit.* p. 63.

pesquisa for realizada, a relação entre as despesas com a pesquisa aplicada e básica será muito elevada, porquanto todas as vantagens vão para os que trabalham em pesquisa aplicada, inexistindo qualquer mecanismo que lhes permita criarem incentivos para a básica. Para provar a afirmação, imaginemos um mundo em que, ao completar-se um projeto de pesquisa aplicada, o governo conceda um bônus à empresa que a promoveu. Este bônus daria direito a receber em cada ano futuro um pagamento do governo, igual à redução do custo atribuível ao conhecimento novo. Desta forma, a empresa recebe o produto médio dos pesquisadores que emprega. Suponhamos, agora, que a empresa pague aos pesquisadores, de acordo com o produto marginal, que, por hipótese será menor que o médio, na medida em que não puder variar a quantidade disponível do outro insumo — o conhecimento novo criado pela pesquisa básica. Haverá um lucro residual para a empresa o que atrairá outras para o ramo da pesquisa aplicada. Todavia, por hipótese, o aumento do número de empresas, empenhadas na pesquisa aplicada, não altera de modo nenhum o número de pesquisas básicas em curso. O único resultado possível de ocorrer é o aumento do salário das pessoas empenhadas em pesquisa aplicada; e esse aumento talvez perdure, até que todo o lucro residual das empresas empenhadas na pesquisa aplicada desapareça. Neste ponto, porém, os que trabalham em pesquisa aplicada estarão recebendo os produtos médios, superiores aos marginais. Obviamente, o número de pessoas, que trabalham na pesquisa aplicada, é superior ao das que se dedicam à básica, porquanto o produto marginal dos primeiros é menor que seus salários que, por hipótese, refletem-lhes o custo alternativo que é, talvez, o salário que receberiam se trabalhassem na pesquisa básica.

### **3. O nível ótimo de pesquisa básica**

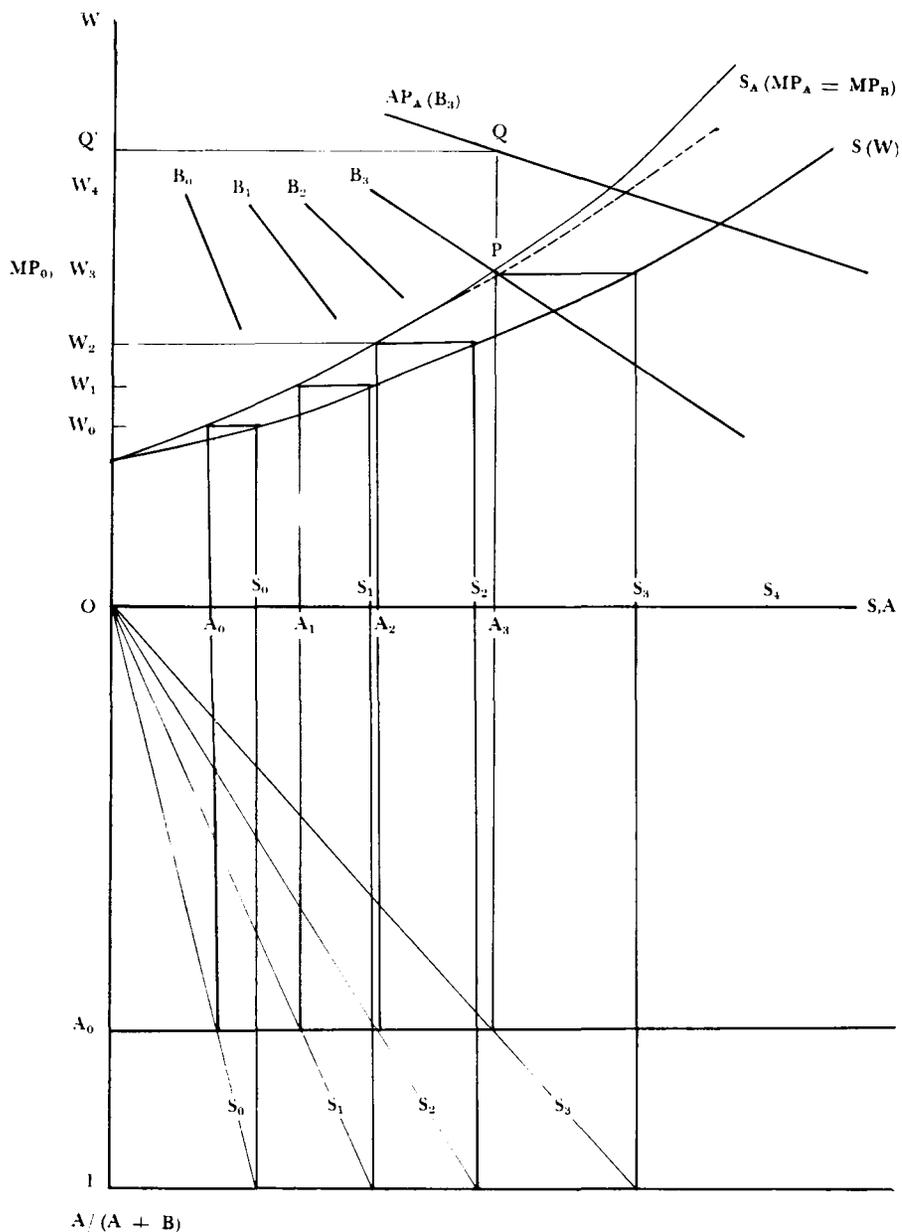
Sob certas hipóteses, é possível alargar o modelo acima e determinar o nível apropriado de auxílio à pesquisa básica. Supõe-se, novamente, que seu produto é produzido apenas por trabalho científico e que o da pesquisa aplicada é produzido com insumos de trabalho científico e estoque de conhecimento básico, que é o produto acumulado de pesquisa básica efetuada no passado.

Suponha-se que os que participam de pesquisa básica também possam dedicar-se à aplicada. A recíproca não é necessária, na medida em que a composição de toda a mão-de-obra científica for tal, que a oferta de trabalho, para a pesquisa básica, exceda sempre a demanda quando se otimiza a distribuição da mão-de-obra científica, entre as pesquisas básica

e aplicada. Esta última condição é suficiente para garantir que o custo marginal da mão-de-obra, empregada na pesquisa básica, seja igual ao produto marginal que produziria na pesquisa aplicada. Assim sendo, a distribuição eficiente de mão-de-obra, entre a pesquisa básica e aplicada, implica que o produto marginal do cientista dedicado à pesquisa básica, que produz produção indireta de conhecimento útil (através do aumento do estoque de conhecimento básico, insumo para a pesquisa aplicada) deva ser igual ao produto marginal do cientista que produz o mesmo conhecimento diretamente. Em suma, temos duas indústrias — uma que produz um bem de investimento (conhecimento útil) a ser usado na produção de bens de consumo e de investimento devidamente definidos, outra — a pesquisa básica — que produz um bem de investimento (conhecimento básico) cujos serviços são utilizados pela primeira. Ambas empregam mão-de-obra, ocorrendo, por hipótese, que cada unidade de mão-de-obra tem produtividade igual na atividade de pesquisa aplicada. A produtividade marginal do trabalho, na produção do produto final, deve ser a mesma para ambas as indústrias, quando se alcança a distribuição ótima desse trabalho entre as duas indústrias.

Surge, porém, a questão da comparabilidade dos produtos marginais. Se usarmos o período de tempo keneyiano (o produto da pesquisa básica empreendida durante esse lapso é uma fração desprezível do estoque existente) a quantidade de pesquisa básica, empreendida num período, não influenciará o produto marginal da dos cientistas empenhados na pesquisa aplicada nesse ínterim. O produto marginal desses últimos depende dos níveis passados de pesquisa básica. Por igual, o produto marginal de pesquisa básica corrente depende, não dos níveis atuais, mas dos níveis futuros de pesquisa aplicada. Portanto, as relações correntes entre os produtos marginais não dependem de nenhum modo das relações correntes entre as pesquisas básica e aplicada. O problema é idêntico ao dos modelos de crescimento — o investimento presente não influencia o produto marginal do trabalho no mesmo período (a não ser através dos limites impostos pela oferta da mão-de-obra). A solução que adotaremos é a usada geralmente nos modelos de crescimento — recorrer à hipótese da existência do estado estacionário. Acresce, que suporemos que — no estado estacionário, a relação dos produtos marginais dos cientistas empenhados nas pesquisas básica e aplicada ( $MP_A$  e  $MP_B$ , respectivamente) depende apenas da relação entre homens/hora de pesquisa aplicada e básica, por período ( $A$  e  $B$ , respectivamente), que vigora no estado estacionário. Destarte, existirá uma relação (de estado estacionário) entre a

pesquisa básica e aplicada tal que a relação (de estado estacionários) entre seus produtos marginais seja igual a um. Seja  $a_0$  o valor de  $A/(A + B)$  em que ocorre tal relação.



Suponha-se mais que a oferta de mão-de-obra científica seja estável no estado estacionário. Neste contexto, estabilidade significa que a quantidade ofertada de pesquisadores, relativamente à força de trabalho, depende apenas da relação entre os salários pagos aos pesquisadores e os pagos a outras ocupações. Dadas essas hipóteses, podemos continuar com a análise convencional da estática comparativa, lembrando sempre que as relações em questão valem para o estado estacionário, e que as quantidades e valores são em termos relativos. Assim sendo, não repetiremos tais ressalvas, para simplificar a exposição.

O quadrante superior da figura 1 apresenta, no eixo vertical  $w$ , o salário da mão-de-obra científica, por período, enquanto o eixo horizontal mede, assim, a oferta total de mão-de-obra científica, representada por homens/hora por período, ( $S$ ), como a oferta dessa mesma mão-de-obra para a pesquisa aplicada ( $A$ ), sendo, por hipótese,  $MP_A$  igual a  $MP_B$ . O quadrante inferior representa a relação entre  $A$  e  $A/(A+B)$  para valores alternativos de  $S$ . Se o salário é  $w_0$ , a oferta total de mão-de-obra científica é  $S_0$ . A reta  $S_0$  do quadrante inferior correlaciona a parcela dessa oferta disponível para pesquisa aplicada ( $A$ ) com diversos valores da relação  $A/(A+B)$ . As parcelas  $A_0, A_1, \dots$  etc. são as quantidades que deverão estar disponíveis para a pesquisa aplicada, quando os salários são  $w_0, w_1, \dots$  respectivamente, a fim de que os produtos marginais sejam iguais, tanto na pesquisa aplicada como na básica. Advirta-se que, devido à semelhança dos triângulos, a relação  $A_1/S_1$  é constante.

Voltando agora ao quadrante superior da figura 1, a curva  $S(w)$  é a oferta global de mão-de-obra científica em função do salário. A curva  $S_A$  ( $MP_A = MP_B$ ) é a oferta dessa mão-de-obra para a pesquisa aplicada, supondo-se que os produtos marginais sejam iguais. Constrói-se esta curva a partir de  $S(w)$  usando as retas do quadrante inferior. Sendo  $A+B=S$ , a distância horizontal entre  $S(w)$  e  $S_A$  é a parcela de mão-de-obra destinada à pesquisa básica em função do salário. Notar que  $S_A$  é uma fração constante de  $S(w)$ .

Suponha-se, agora, que o salário seja  $w_0$ , o que corresponde a uma oferta  $S_0$ , da qual  $A_0$  se destina à pesquisa aplicada e  $B_0 = S - A_0$ , à pesquisa básica. Neste ponto suporemos que os produtos marginais de  $A$  e  $B$ , embora iguais, sejam superiores ao salário, montando a  $MP_0$ . A curva  $B_0$ , que passa pelo ponto cujas coordenadas são  $(A_0, MP_0)$ , representa o produto marginal de  $A$ , ao variar  $A$ , permanecendo  $B$  constante. As curvas  $B_1, B_2 \dots$  etc. têm a mesma interpretação. Essas curvas aparecem na figura 1 para representar o caso especial de rendimentos

constantes de escala; ou seja, o produto marginal dos insumos não se reduz quando  $A$  e  $B$  duplicam, permanecendo constante a relação  $A/B$ . É o que ocorrerá, por exemplo, se o conhecimento útil for produzido de acordo com uma função produção homogênea de grau um, tendo o conhecimento novo um valor constante na *margem de aplicação*. Nesse caso especial, os pontos das curvas  $B_1$ , em que  $MP_A = MP_b$ , formarão uma reta.

A curva  $B_3$  tem um significado especial. Quando o salário é  $w_3$  ( $= MP_0$ ) a oferta total de mão-de-obra científica é  $S_3$ , sendo  $A_3$  a parcela que se destina à pesquisa aplicada e  $B_3$  a que se destina à básica. O salário  $w_3$  é o custo alternativo da mão-de-obra científica e também o produto marginal dessa mão-de-obra empregada, tanto na pesquisa aplicada como na básica. Vale dizer,  $B_3 = S_3 \cdot A_3$  é a quantidade ótima de mão-de-obra a ser usada na pesquisa básica.

Suponha-se agora que o governo intervenha diretamente para garantir que seja realizada uma quantidade de pesquisa básica que se utiliza de  $B_3$  homens/hora de mão-de-obra científica por ano, concedendo outrossim privilégios de invenção aos pesquisadores que trabalham na pesquisa aplicada, o que lhes dá o direito de auferir o valor do conhecimento útil produzido no período. Esse valor é igual à área sob a curva  $B_3$  delimitada pelo ponto  $P$  ou, alternativamente, do retângulo  $Q'QA_3O$ , sendo a curva  $AP_A$  ( $B_3$ ) o produto médio da pesquisa aplicada, uma vez que  $B_3$  é a quantidade de pesquisa básica realizada. Se o salário dos cientistas, que trabalham na pesquisa aplicada, for igual a  $w_3$ , os lucros auferidos corresponderão à área  $Q'QPw_3$ . Esses lucros atrairão novas empresas de pesquisas para esse campo, até que o salário se eleve a um nível igual ao produto médio. Supondo que  $B_3$  mão-de-obra continue na pesquisa básica, o equilíbrio final dar-se-ia quando o salário fosse  $w_4$ , sendo a oferta total  $S_4$  e a mão-de-obra para a pesquisa aplicada  $A_4$ . É óbvio que o custo alternativo da mão-de-obra científica excederia de muito seu produto marginal; resumindo, teríamos um excesso de pesquisa aplicada.

No caso simples e especial, representado pela figura 1, obtém-se a quantidade ótima de pesquisa aplicada quando os salários da mão-de-obra, que trabalha na pesquisa aplicada, são onerados por um imposto igual à distância vertical  $QP$ . A introdução desse imposto fará a oferta total cair para  $S_3$  e a mão-de-obra da pesquisa aplicada para  $A_3$ , na hipótese de o governo continuar a intervir para manter  $B_3$  cientistas na pesquisa básica com o salário corrente. Acresce que, dadas as hipóteses subjacentes à figura 1, a arrecadação desse imposto será igual a área  $Q'QPw_3$ , que é, exatamente, o montante necessário da ajuda aos pesquisadores que trab-

lham na pesquisa básica, quando o salário é  $w_3$  e todos os pesquisadores recebem o produto marginal, o que absorve todo o produto. Vê-se, portanto, que o nível apropriado de ajuda à pesquisa básica será alcançado quando a arrecadação de um imposto, que incide sobre os salários dos pesquisadores, que trabalham na pesquisa aplicada, ou (os *royalties* auferidos pelo titular do privilégio de invenção) for utilizada para dar emprego à mão-de-obra dedicada à pesquisa básica, pagando-se-lhe o salário do mercado.

Dadas as hipóteses anteriormente mencionadas, pode-se facilmente, determinar a alíquota do imposto. De acordo com a figura 1, esse imposto é igual à distância vertical  $PQ$ . Denominemo-la de  $t'$ . O imposto incide sobre os salários brutos (iguais ao produto médio) dos pesquisadores da pesquisa aplicada, e destina-se a financiar os salários (não tributados) dos cientistas que se dedicam à pesquisa básica.

Logo  $t'A = wB$ , sendo  $w$  o salário (abatido do imposto) e  $A$  e  $B$  os contingentes da mão-de-obra dedicada, respectivamente, à pesquisa básica e aplicada. Por outro lado, o produto médio é igual à  $t' + w$ . Definido  $t$ , como a *alíquota* do imposto, que incide sobre o produto médio, tem-se que a alíquota apropriada do imposto, que deve onerar os salários dos pesquisadores, que se dedicam à pesquisa aplicada, é  $t = B/(A + B) = B/S$ .

Na hipótese de realizar-se uma quantidade de pesquisa básica abaixo da ótima, verifica-se que, inexistindo qualquer imposto que onere a pesquisa aplicada, a relação de  $B$  para  $S$  será muito baixa. Impondo-se um tributo sobre as atividades de pesquisa aplicada, a uma taxa igual a  $B/S$ , gerar-se-á receita bastante para pagar, aos pesquisadores da pesquisa básica (em número fixo), o salário de mercado. Poder-se-ia imaginar que a incidência desse imposto faria, em última análise, que, assim, tanto a pesquisa aplicada, como a básica, alcançassem níveis adequados. Não é o que ocorre. A arrecadação de um imposto sobre a pesquisa aplicada, cobrada a uma taxa de  $B/S$  não gera mais que uma receita suficiente para financiar o pagamento do salário de mercado para o número inicial de pesquisadores empenhados na pesquisa básica; não implicará que as quantidades que serão demandadas sejam as adequadas nem, em geral, fará que os produtos marginais dos dois tipos de pesquisadores sejam iguais. A incidência do imposto faz que o preço de demanda de pesquisadores para a pesquisa aplicada seja igual ao produto médio menos o imposto, o que é menor que o preço da oferta. Conseqüentemente, o número de



do retângulo  $UTS_2A_2$ , que representa os salários dos pesquisadores da pesquisa básica. No caso ilustrado pela figura 2, a distância vertical  $UV$  (imposto), é, sem dúvida, inferior à diferença entre o salário ( $w_2$ ) e o produto médio, quando  $A = A_2$ . Existe, então, uma demanda excedente de pesquisadores para a pesquisa aplicada, visto como o produto total é superior a seus salários (líquidos), acrescidos do imposto. Dependendo o produto médio dos pesquisadores da pesquisa aplicada apenas da relação  $S/B$ , segue-se que, ao se alcançar a combinação ótima o produto médio será igual a  $OQ'$ . Sendo a proporção de  $A$  para  $B$  ótima, um imposto no valor de  $B/S$  igualará o salário (líquido) dos pesquisadores da pesquisa aplicada (acrescido do imposto) ao produto médio, apenas quando  $B = B_3$ . Sendo o número de pesquisadores da pesquisa básica menor que  $B_3$ , a consequência da imposição do imposto será uma proporção muito alta de  $A$  para  $B$ . Verificar-se-á o contrário se  $B$  for maior que  $B_3$ . A conclusão é, pois, a de que uma alíquota do imposto baseada exclusivamente em números não otimizará a situação.

A taxa de imposto necessária para que se alcance o resultado desejado é uma alíquota igual à recíproca negativa da elasticidade da função do produto médio  $A$  que corresponde à participação de  $B$  no produto. Por definição,  $MP_A = AP_A (1 + 1/n)$  em que  $n$  é a elasticidade (parcial) de  $AP_A$ , em relação a  $A$ .

Multiplicando por  $A$  obtemos:

$$A(MP_A)/A(AP_A) = \alpha_A = 1 + 1/n$$

em que  $\alpha_A$  é a participação funcional de  $A$ . Supondo-se, novamente, rendimentos constantes de escala, a participação de  $B$  será, é claro ( $-1/n$ ). Se  $w'$  representar os rendimentos brutos (produto médio) dos pesquisadores da pesquisa aplicada, a imposição de um tributo no valor de ( $-1/n$ ) sobre esses rendimentos resultaria numa arrecadação no montante de  $-w'A/n$ , o que basta para financiar o salário  $w = w'A/nB$  a ser pago aos pesquisadores da pesquisa básica. Todavia, esse salário seria superior ao salário (abatido do imposto) dos pesquisadores da pesquisa aplicada, por isso que, ao passarmos de uma situação, onde não há incidência tributária, para outra, em que se cobra imposto, há um declínio relativo de  $B$ . Na medida em que esse declínio aumenta o produto marginal de  $B$ , a parcela funcional de  $B$  reduz-se menos rapidamente que

$B/S$ .<sup>6</sup> Utilizando-se  $A$  e  $B$  em proporções ótimas, igualam-se-lhes os produtos marginais. Daí a participação funcional de  $B$ ,  $(-1/n)$  igualar  $B/S$ . Não sendo  $A$  onerada por imposto, a participação é maior que  $B/S$ . Do momento em que se impõe um tributo tem-se:

$$- w'A/n > w'A (B/S)$$

$$\text{mas, } w = - w'A/Bn > w'A/S$$

$$\text{donde } wS > w'A;$$

ou seja, a arrecadação do imposto torna possível o pagamento de um salário aos pesquisadores da pesquisa básica que, se pago a todos os pesquisadores superaria o produto total. Conseqüentemente, as forças do mercado provocarão um aumento da relação de  $B$  para  $A$  que, por seu turno, elevará os produtos médio e marginal de  $A$ . O equilíbrio final será no ponto  $P$ , das figuras 1 e 2, pelas seguintes razões: o imposto é tal que tanto  $A$  como  $B$  receberão suas respectivas participações funcionais, fazendo o mercado com que um pesquisador da pesquisa básica receba uma remuneração (líquida) igual a recebida pelo pesquisador da pesquisa aplicada. Assim sendo, o número relativo de unidades de  $A$  e  $B$  igualam suas parcelas funcionais, condição necessária para que seus produtos funcionais sejam iguais. Se o número total de pesquisadores for inferior ao  $S_3$  das figuras 1 e 2, o produto total será superior à folha de pagamentos, calculada de acordo com o preço da oferta dos pesquisadores, ocorrendo o contrário no caso de esse número total não atingir aquele valor. Portanto, as forças do mercado, juntamente com o imposto que onera os pesquisadores da pesquisa aplicada a uma taxa de  $(-1/n)$  permite que se alcance, assim, o número ótimo de pesquisas, como a combinação ótima de pesquisadores. A arrecadação do imposto sobre a pesquisa aplicada

<sup>6</sup> No caso de rendimentos constantes de escala e elasticidade de substituição constante, demonstra-se facilmente que

$$\alpha_A/\alpha_B = K(A/B) 1 + 1/\sigma$$

em que  $\delta$  é a elasticidade de substituição de  $K$  uma constante de integração. Derivando em relação a  $A/B$ , e advertindo que  $d\alpha_A = -d\alpha_B$ , obtemos:

$$N\alpha_B \cdot A/B = -\alpha_A (1 + 1/\sigma)$$

como a elasticidade da participação funcional de  $B$  relativamente a  $A/B$ . No ponto em que  $A$  e  $B$  tenham o mesmo produto marginal, pode-se demonstrar que

$$\text{donde } N\alpha_{B,B/S} = S\alpha_A (1 + 1/\sigma)/A$$

$$N_{A/B,B/S} = -S/A$$

Mas sempre que  $MP_A = MP_B$ , também será certo que  $S\alpha_A/A = 1$ .

Logo,  $N\alpha_{B,B/S} = (1 + 1/\sigma) < 1$  para  $\delta$  negativo e finito.

Como  $B/S = \alpha_B$  quando os produtos marginais são iguais, segue-se que, inicialmente, pelos menos  $\alpha_B$  declina mais rapidamente que  $B/S$ , como argumenta o texto.

é apenas suficiente para financiar a quantidade ótima de pesquisa básica. Acresce que, graças ao imposto, a quantidade de pesquisa aplicada também será otimizada.

O leitor já terá, sem dúvida, reconhecido que a análise formulada é idêntica, em vários pontos, à dos recursos de uso comum, particularmente a pesca.<sup>7</sup> Garantida a liberdade de acesso, demonstra-se que se destinarão recursos excessivos para a pesca. O motivo reside em o pescador individual não perceber que sua atividade reduz o número de peixes a ser capturados pelos outros pescadores. Cuida que seu produto marginal é dado pela função representada pela curva *APA* das figuras 1 e 2, quando seu produto marginal social é dado pela curva *B<sub>3</sub>* dessas figuras. Para uma dada quantidade de pesquisa básica (que corresponde, por analogia, às dimensões do oceano, do lago, e suas fertilidades), o pesquisador que trabalha na pesquisa aplicada considera que o lucro (ou seu valor atuarial) é dado pela curva do produto médio; não lhe ocorre que sua atividade é um custo para os outros pesquisadores que se apresenta sob a forma de um lucro menor, medido pela distância que separa a curva marginal da média. Por isso mesmo, cumpre que seja lançado um imposto no valor dessa distância, com a finalidade de igualar os produtos marginais social e privado. A arrecadação desse imposto representa a renda atribuída à pesquisa básica (oceanos e lagos).

O caso da pesquisa básica e aplicada não difere do problema dos recursos de propriedade comum, pois, em geral, considera-se que esses recursos são irreproduzíveis e, assim, a renda arrecadada pelo imposto, que incide sobre as atividades que utilizam os recursos naturais em questão, deveria reverter para a sociedade como um todo. No caso da pesquisa, “o recurso” utilizado é o produto da pesquisa básica, que pode ser produzido apenas reduzindo a pesquisa aplicada. Portanto, os pesquisadores que trabalham na pesquisa básica são os beneficiários lógicos da arrecadação do imposto sobre a pesquisa aplicada; se o imposto for fixado no nível correto a arrecadação financiará exatamente a quantidade ótima de pesquisa básica.

Desnecessário dizer que a análise feita repousa em várias hipóteses bastante restritivas. Conseqüentemente, deve-se fazer sérias ressalvas aos resultados obtidos. Não obstante, parece que o caminho seguido é algo promissor como linha geral de ataque ao tema problemático da determinação do nível certo da ajuda à pesquisa básica.

<sup>7</sup> Ver Gordon, H. Scott. The economic theory of a common property resource: the fishery. *Journal of Political Economy*. p. 124-42, Apr. 1954.