

Apresentação

Mônica Teixeira

Diretora de Redação do boletim eletrônico *Inovação Unicamp*

A **Revista Brasileira de Inovação** apresenta, nesta edição, o primeiro capítulo de *A Organização da Pesquisa Científica Industrial*, de C.E.K. Mees. O livro foi publicado pela primeira vez em 1920, pela McGraw Hill e, dessa edição, extraímos o texto. Uma segunda edição, revista, apareceu 30 anos depois. Charles Edward Kenneth Mees era inglês. Nasceu em 1882; quando morreu, em 1960, foi descrito pelo redator de seu obituário no *New York Times* como “um pioneiro do desenvolvimento de processos fotográficos”. Ficou famoso cedo, ainda na University College, de Londres: em 1906, graduou-se doutor com um estudo sobre a ciência da fotografia, de repercussão na indústria, em co-autoria com Samuel Sheppard. No mesmo ano, passou a trabalhar com outro pioneiro da fotografia, Frederik Wratten, na Wratten & Wainwright, empresa inglesa. Sua fama chegou a George Eastman, o dono da Kodak, que comprou a W&W em 1912 só para levar Mees para os EUA. Nessa ocasião, Eastman teria pedido a Mees, segundo se conta na rede mundial de computadores, que o laboratório industrial a ser criado por ele na Kodak assegurasse o futuro da empresa. Esse laboratório industrial foi dos primeiros instalados dos EUA; e a experiência de criar e dirigir o esforço de pesquisa na Kodak deu origem ao texto que traduzimos e publicamos.

Na empresa de fotografia, aposentou-se depois de 43 anos, na posição de vice-presidente de Pesquisa, à qual chegou em 1934. Mees se envolveu na invenção da fotografia em cores, da fotografia usando infravermelho, do *slide*

colorido, do filme 16 mm – aliás, o primeiro produto da Kodak nascido no laboratório industrial, 11 anos depois de Eastman tê-lo contratado. Mees também tem fama no mundo dos astrônomos e astrofísicos: empenhou-se no aperfeiçoamento das emulsões das placas fotográficas, tornando-as extremamente sensíveis. Astros antes nunca vistos apareceram no céu dos astrônomos. Por isso, dois observatórios – um na Universidade de Rochester, que fica ao lado da Kodak, e outro, no Havaí – receberam seu nome.

O químico conhecia, portanto, as artes da pesquisa – na indústria ou na universidade. Sua devoção à ciência aparece já no título: qualifica de “científica” a pesquisa industrial para a qual propõe uma organização. Reaparece logo adiante, no prefácio do volume de 180 páginas: ele afirma ter escrito o livro para responder às questões práticas concernentes à instalação de um laboratório industrial (“Quanto vai custar? para criar e para sustentar? onde conseguir os homens? o que esperar dele? em quanto tempo?”, listou), mas também “na esperança que ele seja de valor para a promoção da grande causa da pesquisa científica”.

As recomendações de Mees, 90 anos atrás

O primeiro capítulo é também introdução ao volume de 180 páginas da primeira edição. O impulso que anima o texto é a crença no poder da pesquisa científica, que Mees define como investigação da “relação entre causa e efeito”. Seu interesse principal é demonstrar a necessidade que a indústria tem da pesquisa científica para resolver problemas imediatos e concretos, e também para conhecer a ciência básica associada ao setor em que atua. Com clareza e precisão, Mees sustenta que não há duas pesquisas científicas: métodos e resultados, ratifica, são os mesmos, seja a pesquisa dirigida à facilitação da produção industrial ou ao avanço “puro” do conhecimento. O que muda são apenas os propósitos. Aliás, diz, há muitos resultados da “ciência pura” que tiveram grande impacto econômico para a indústria: o estabelecimento (teórico) das leis geométricas da formação de imagens nas lentes, por exemplo, mudaram de imediato a forma das lentes e o processo de fabricação. “Em todos os casos em que o efeito da pesquisa foi marcante, seu trabalho havia sido dirigido não aos processos superficiais da indústria, mas à teoria básica subjacente ao tema”, argumenta.

A advocacia da utilidade e da importância da pesquisa científica para a empresa e dentro da empresa anima o texto que, nesse sentido, dialoga com a idéia atual da “era do conhecimento”. O laboratório industrial existe para investigar de maneira ampla os temas correlatos ao setor de atuação, e também melhorar métodos de fabricação e cuidar do lançamento de produtos novos. Como não se pode prever que resultados da pesquisa em ciências básicas interessarão à empresa (e não há dúvida que vão interessá-la), é preciso mantê-la por longo tempo, sem esperar aplicações práticas, sem estrangê-la com apertos financeiros. O fundador do laboratório da Kodak também examina, para refutar opiniões adversas, a conveniência da realização de pesquisa fundamental na universidade e as competências e funções do setor acadêmico; sempre para enfatizar seu mantra: aquilo que pode afetar o futuro da empresa, cabe à empresa cuidar. A qualquer custo: “Se as indústrias vão manter sua posição e progredir, devem dedicar tempo e dinheiro à investigação da teoria básica subjacente ao assunto no qual estão interessadas.” O laboratório de pesquisa, povoado por “homens” atualizados e capazes de promover o avanço do conhecimento, “é a garantia final contra a perda de controle, pelas empresas, de seu ramo industrial”.

Se as palavras sobre a identidade essencial da pesquisa científica, voltada para questões fundamentais ou para a aplicação, dialogam com a idéia muito difundida de Stokes, sobre a existência de um “quadrante de Pasteur” – em que a pesquisa é básica e é aplicada –, a recomendação aos homens de negócio para que sustentem a pesquisa de objetivos amplos, distantes das vozes do mercado, essas soam nostálgicas e datam o texto a um outro tempo. A era dos grandes laboratórios industriais de pesquisa – estes que Mees pretendia ajudar os empresários a montar – parece estar chegando ao fim. Em 2006, logo após a fusão, a Alcatel-Lucent decidiu colocar à venda um dos prédios do legendário Bell Labs: o edifício futurista de Holmdel, no estado de New Jersey. No Bell Labs foram inventados o sistema de telefone celular; o transistor; o *laser*; a linguagem Unix; mas também descoberta a radiação cósmica de fundo, primeira evidência da existência do big-bang. Outros cinco trabalhos de cientistas do Bell Labs, como este da radiação, mereceram Prêmio Nobel por terem contribuído para o avanço do conhecimento humano.

Laboratórios assim, que encarnaram o ideal de organização da pesquisa científica industrial de Mees, vivem seu declínio. Se o laboratório é industrial,

não faz pesquisa fundamental, dizem os manuais lidos hoje pelos empresários. Laboratório industrial é focal. A Kodak, que mantém três laboratórios (Xangai, Cambridge, UK e Rochester), escreve na página de apresentação deste último: “(...) *the research labs are fundamentally linked into the business units operations in terms of innovating new technologies for commercialization of new products and services.*” Essa proximidade sem reservas, Mees não recomendaria. A organização da indústria mudou; também a pesquisa científica industrial mudou; e as ilhas que restam estão sendo inundadas pelo mar da racionalização de custos.

O mundo mudou. Sim: são muitos os mundos...

O mundo mudou, testemunha o pensamento deste homem educado na Inglaterra do século XIX. Mas e o Brasil, mudou? A confiança de Mees quanto ao poder da ciência (“garantia final” da empresa), sua advocacia franca do investimento em pesquisa científica, em que não há espaço para dúvida sobre conhecimento e riqueza andarem de mãos dadas, é a manifestação de uma crença presente no ar de seu tempo. De seu tempo e de seu mundo anglo-saxão: quer dizer, de uma cultura. No Brasil, costumamos dizer, as empresas não se engajam em pesquisa e desenvolvimento porque não há “cultura de inovação”; ou pela falta de um “ambiente favorável à inovação”.

E o que será isso? A pergunta leva a muitos destinos. Um deles pode ser Fernando de Azevedo – um intelectual de São Paulo, talvez 20 anos mais moço que Kenneth Mees, um intelectual de Londres e Nova Iorque. O que do último faz lembrar o primeiro é o amor à ciência, a admiração por seu poder de mudar o mundo, de garantir o futuro. Na década de 1930, Azevedo arquitetou a Universidade de São Paulo, participou da escolha de seus docentes, incrustou nela uma Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras e se encarregou de encher suas classes com formandos do Instituto de Educação, onde lecionava. Jornalista, educador, ajudou a estabelecer aqui a ciência da sociologia, e ensinou Antonio Cândido e Florestan Fernandes.

Ninguém presta muita atenção hoje a Fernando de Azevedo. Porém a inconformidade dele – mas, afinal, o que impede o “espírito científico” de prosperar no Brasil? – é aparentada daquela sobre a falta de uma “cultura de inovação” no País. O espírito científico, testemunha o texto de Mees, impregnava

o ar do tempo e do lugar onde viveu. Mas, e o Brasil? Fernando de Azevedo era muito prolixo e deixou muitos livros. Entre eles, uma história do desenvolvimento científico do Brasil (com prefácio de Antonio Cândido: “As Ciências no Brasil”), e um texto editado muitas vezes desde o lançamento, em 1943: *A Cultura Brasileira* (que Cândido menciona no prefácio citado, como “obra notável”). Em 1971, na quinta edição, há um capítulo chamado “A Cultura Científica”. Azevedo, muito amante da ciência (“A ciência não é jovem de costumes fáceis”, adverte), nota com agudeza, em ambos os textos, o descuido dos brasileiros por ela. “Obstáculos quase invencíveis” se levantaram “à penetração do espírito crítico e científico” no País. Alguns dos obstáculos: a “atmosfera cultural, saturada de formas puramente livrescas e dogmáticas”; a “política de isolamento adotada por Portugal”, “a instrução”, que os jesuítas mantiveram “por mais de dois séculos” fechada “ao estudo das ciências experimentais”. Ao longo do capítulo, Azevedo desfia os marcos da atividade científica, desde a Colônia, até seu tempo, para sempre identificar a falta de repercussão da “revolução científica” no País.

A Universidade de São Paulo, com sua Faculdade de Filosofia e departamentos em que praticava uma ciência “desinteressada”, era o remédio preconizado por Azevedo; por esse motivo, lutou tanto por ela. O texto reconhece mudanças no cenário tão desolado da cultura científica brasileira que ele mesmo apresentara: há um “progresso das ciências” no período de 1937 a 1954: “O ambiente sociocultural já era manifestamente favorável (...) à criação de uma atmosfera intelectual em que se tornaram possíveis alguns progressos notáveis em vários domínios científicos.” Azevedo, sociólogo, aponta: “(...) a idéia de Universidade não teria tido bastante força para se impor e transformar-se numa realidade (...) se as mudanças de estrutura econômica e social já não tivessem operado as transformações de mentalidade e a formação de novos ideais de cultura.” O Brasil estava mudando, ele nos diz – mas era já a segunda metade do século XX.

Duas culturas

O amor à ciência e o respeito por sua capacidade de construir um novo mundo une Mees e Azevedo. O ar de seus tempos, no entanto, os separam. Para

Azevedo, a década de 1950 é aquela em que a “mentalidade” começa a mudar no Brasil. Para Mees, a década de 1910 é aquela em que “o grande valor da pesquisa científica foi reconhecido no mundo inteiro” e em que “testemunhou-se um notável aumento dos esforços para estimular a produção de conhecimento científico”. Ao longo do seu texto, os exemplos sobre a evolução da manufatura na Inglaterra, na Alemanha, nos EUA falam da apropriação do conhecimento fundamental pela indústria química, pelas fábricas de lentes, de materiais elétricos: a vida social e econômica dava mostra da utilidade do conhecimento. No Brasil, o que a ótica de Fernando de Azevedo revela era o embrião de uma cultura científica, o início da formação de pessoas treinadas em física e química – aquelas que, nas palavras dele, “asseguram ao espírito um império crescente sobre as forças naturais”.

A história e a cultura moldam-se uma à outra, se é que há história e cultura. O país de Mees é o maior país do mundo – a maior economia, o maior produtor de ciência, o mais inovador. Em um desenho animado dos Estúdios Disney, um menino, o protagonista, supera a orfandade e a solidão pelo caminho da invenção – constrói indústrias que crescem por meio de pesquisa e desenvolvimento, como é explicitamente mencionado. Se a isso se chama uma cultura de inovação, então o Brasil terá que inovar no seu caminho para deixar para trás o atraso.

A Organização da Pesquisa Científica Industrial*

Charles Edward Kenneth Mees

Capítulo I – Introdução

O desenvolvimento atual do conhecimento humano foi alcançado através da investigação da relação entre causa e efeito nos fenômenos naturais. Isso é chamado de pesquisa científica, e pode adquirir diferentes formas de acordo com o ramo de conhecimento de que trata. O equipamento necessário para a investigação científica também depende do campo no qual ela se desenvolve. Alguns ramos de pesquisa não requerem aparelhagem, e podem ser levados a cabo por um pesquisador individual sem equipamento especial. A pesquisa matemática, por exemplo, requer somente material para escrever e a capacidade do pesquisador. Mas a maioria das formas de pesquisa científica envolve o uso de aparelhos, que podem ser bem simples ou extremamente complexos. Portanto, por conveniência, a pesquisa é desenvolvida em laboratórios especiais equipados com a aparelhagem necessária.

Antes de iniciar uma pesquisa proveitosa, é preciso que o pesquisador se informe sobre o que já foi feito por outros investigadores no mesmo campo; quando completada, deve ser utilizada de forma tal que se torne disponível como um passo a mais na direção de pesquisas mais avançadas e que possa ser aplicada aos fins práticos da indústria. Laboratórios de pesquisa, portanto,

* A publicação deste texto foi sugerida por Carlos Henrique Brito Cruz, editor associado da RBI. Tradução de Bias Arrudão.

N.E. As notas de pé-de-página foram mantidas como no original.

necessariamente possuem uma biblioteca. O uso apropriado dela e a utilização apropriada do trabalho produzido pelo laboratório são funções tão necessárias de sua organização como o trabalho experimental em si.

Os propósitos para os quais a pesquisa é encetada são variados. Uma pesquisa pode começar com o objetivo de fazer avançar o conhecimento puro ou, por outro lado, com o intuito de facilitar a produção industrial e obter lucro comercial. Os métodos e os resultados serão semelhantes em ambos os casos. **Em geral, é impossível prever se o valor de um trabalho de pesquisa projetado será maior por suas aplicações industriais ou pelo avanço do conhecimento. Em muitos casos, as próprias pesquisas desenvolvidas no interesse da ciência pura provaram ser do maior valor para a indústria.**

Algumas formas de pesquisa científica são apenas minimamente aplicáveis à produção industrial. O trabalho do astrônomo ou do pesquisador de anatomia comparada pareceria ter muito pouca possibilidade de aplicação, mas outros ramos da ciência muito próximos dessas áreas têm a maior importância industrial. É o caso do trabalho do engenheiro elétrico, que requer aparelhos fotogramétricos, projetados a partir exatamente do mesmo princípio que os usados pelo astrônomo; ou do trabalho do entomólogo, que se relaciona de perto com o do pesquisador de anatomia comparada, e que tem aplicação direta na iluminação industrial e na agricultura. **A diferença entre uma ciência pura e uma aplicada é, portanto, meramente de intenção.** Um investigador em ciência pura busca em primeiro lugar fazer avançar o conhecimento, enquanto um pesquisador em ciência aplicada quer obter ganhos financeiros com seu trabalho. No entanto, **o trabalho puramente científico pode acabar se mostrando de grande valor econômico, ao passo que o do investigador industrial pode ter muito valor para a teoria.**

Afirma-se com freqüência que os laboratórios industriais devem selecionar pesquisadores que trarão retorno financeiro, enquanto os devotados à pesquisa “pura” não têm tal limitação. Mas como o Dr. C. P. Steinmetz¹ destaca, essa na verdade não é uma limitação, pois

“não há investigação científica, por mais afastada de exigências industriais, que não possa levar a desenvolvimentos industrialmente úteis. De fato, a

¹ C.P. Steinmetz, Scientific Research in Relation to the Industries, Jour. Franklin Institute, p.712.

experiência mostra ser raro não se apresentar algum resultado de valor industrial, não importa quão obscura ou distante de utilidade aparente uma investigação científica possa parecer, e assim toda e qualquer pesquisa científica é industrialmente justificada. Para ilustrar, quando o Laboratório de Consultoria de Engenharia da General Electric Company desenvolveu pesquisa sobre coroa eletrostática e, em geral, sobre fenômenos dielétricos no ar, nenhum benefício imediato ou direto para a empresa podia ser vislumbrado – o trabalho se justificava pela consideração de que uma melhor compreensão desses fenômenos poderia ampliar os limites econômicos da transmissão de eletricidade de longa distância, e desse modo aumentar a demanda industrial por aparelhagens de transmissão. No entanto, antes de a pesquisa ser completada – se é que pesquisas um dia se completam, ela provocou a reformulação de praticamente toda a aparelhagem de transmissão de alta voltagem, e assim provou ser essencialmente valiosa para o planejamento industrial.”

O grande valor da pesquisa científica, para as indústrias e para a nação, é hoje reconhecido no mundo inteiro; nos últimos anos, testemunhou-se um notável aumento dos esforços para estimular a produção de conhecimento científico. Em 1914, a Associação Americana para o Progresso da Ciência apontou um Comitê dos Cem (Committee of One Hundred) para identificar os passos necessários para incrementar a pesquisa científica nos Estados Unidos. O trabalho desse comitê continuou no Conselho Nacional de Pesquisa (National Research Council), que o ampliou significativamente. O governo britânico criou um Comitê ligado ao **Conselho Privado** para tratar do tema. Na França, foi anunciada a criação de um novo laboratório nacional de larga escala. Na Austrália, o governo criou um departamento especial para estudar quais passos devem ser dados para a organização e o desenvolvimento de trabalhos de pesquisa na Comunidade Britânica, e no Canadá o assunto tem sido objeto de investigação e preocupação.

Entre as próprias indústrias houve um despertar semelhante para o valor da pesquisa. Muitas corporações industriais que até hoje não dispunham de instalações para pesquisa estão tomando providências para tê-las, enquanto pequenas empresas que não têm como bancar grandes laboratórios por si

mesmas estão se associando para manter laboratórios que trabalhem para o setor como um todo. A pesquisa tem sido financiada pelos governos, por doações de particulares e pelas indústrias. Mesmo que, no momento, seus objetivos estejam voltados para a ciência aplicada, não há dúvida de que esse movimento será acompanhado de um grande despertar e da extensão da pesquisa para a ampliação do conhecimento em ciência pura.

Quem tentar rastrear qual a crença mais comum sobre a origem e o desenvolvimento da moderna indústria técnica, provavelmente descobrirá uma ênfase na capacidade econômica ou no conhecimento técnico dos fundadores. Mas, se ao invés disso, fizéssemos uma pesquisa histórica do assunto, descobriríamos que **o início e o desenvolvimento da maior parte dos estabelecimentos industriais dependeram das descobertas e invenções de um indivíduo ou um grupo de indivíduos, que transformaram suas descobertas originais em processos industriais.** Com efeito, se marcarmos no mapa as diferentes localidades em que os ramos industriais se desenvolveram, freqüentemente essas localidades terão muito maior relação com o acidental do que com qualquer vantagem natural oferecida por elas. As metalúrgicas, é claro, estão situadas sobretudo nas proximidades das fontes de ferro ou de carvão, mas por que o centro da indústria têxtil seria em Lancashire ou da indústria óptica moderna em Jena, não fora o fato de nesses lugares terem vivido os que desenvolveram os processos usados por elas? Ademais, é comum que ramos industriais sejam transferidos de uma localidade para outra, e até de um país para outro, em consequência do desenvolvimento de novos processos, geralmente por indivíduos ou grupos de indivíduos.

A história de muitos ramos industriais é que eles se originaram e se desenvolveram graças a algum homem de gênio que tinha pleno conhecimento da prática e da teoria da época, mas seus sucessores não acompanharam o progresso e a teoria das ciências relacionadas. Mais cedo ou mais tarde algum outro gênio que trabalhava no assunto fez avançar rapidamente o conhecimento disponível e deu novo ímpeto ao desenvolvimento daquele ramo da indústria em outra localidade. Assim, nos primórdios das indústrias técnicas, o desenvolvimento de novos processos e métodos muitas vezes dependeu de um único homem, freqüentemente o dono da empresa que explorava suas descobertas. Com a crescente complexidade da indústria e com

o aumento paralelo da quantidade de informações técnicas e científicas, que requerem cada vez mais especialização, o trabalho de investigação e desenvolvimento antes desempenhado por um único indivíduo foi delegado a departamentos especiais da organização, um dos quais é o laboratório de pesquisa industrial moderno.

As conquistas desses laboratórios de pesquisa são conhecidas. A indústria de lâmpadas incandescentes, por exemplo, originou-se nos Estados Unidos com a lâmpada a carvão, mas o país quase a perdeu quando o filamento de tungstênio foi desenvolvido. Os EUA acabaram por serem salvos desse perigo pelo laboratório de pesquisa da General Electric Company, que desenvolveu primeiro o filamento vazado (*drawn wire*) e depois a lâmpada de nitrogênio. Podemos estar certos de que se o trabalho teórico e prático do laboratório de pesquisa da empresa tivesse sido interrompido, os fabricantes americanos não poderiam de maneira nenhuma se manter seguros no setor já que, mais tarde, viriam desenvolvimentos na iluminação elétrica e a indústria poderia se transferir, em parte ou completamente, para o lugar dos originadores do aperfeiçoamento. É claro que algumas fábricas – e em especial as empresas grandes e bem organizadas que lideram a indústria – poderão manter sua liderança por alguns anos contra competidores menores e menos organizados. Mas, ao fim e ao cabo, só assegurarão sua posição se tiverem ao seu dispor homens capazes de se manter em contato com sua área de atuação e de fazê-la avançar. **A manutenção de um laboratório no qual trabalhem homens assim é a garantia final contra a perda de controle, pelas empresas, de seu ramo industrial.**

Houve um tempo em que os grandes fabricantes de lentes fotográficas eram as empresas britânicas cujos proprietários foram os responsáveis pelo desenvolvimento das primeiras teorias sobre a óptica das lentes. Mas elas perderam essa posição por causa do trabalho científico dos ópticos alemães, a começar por Ernst Abbe. Numa parte menor do trabalho óptico, no entanto, a equipe da Adam Hilger, Limited conseguiu, graças ao alto nível de seu conhecimento e ao estudo exaustivo da fabricação de espectroscópios modernos, transferir uma boa parte da manufatura desses instrumentos da Alemanha de volta para a Inglaterra.

A indústria de terras raras, antes da guerra, concentrava-se principalmente

na Alemanha – a manufatura de camisas para lampiões a gás, descoberta por um austríaco, deu origem a um ramo da indústria química inteiramente novo largamente sob auspício alemão. Alguns dos líderes da indústria britânica sugeriram que tais operações químicas especializadas, como a fabricação de componentes de terras raras, poderiam ser transferidas para a Grã-Bretanha pela aplicação métodos de financeiros superiores, por melhor visão de negócios, ou até mesmo pela simples aplicação mais intensa. Ninguém familiarizado com empresários de diferentes países acreditaria que o industrial britânico carece de capacidade financeira, visão empresarial ou aplicação, mas nenhuma dessas características por si só desenvolve uma indústria química. **A única coisa capaz de atrair e reter um negócio é o desenvolvimento e a fabricação de produtos novos e melhores; e isso só pode ser feito pelo uso de mais e melhores pesquisadores em química e física do que o concorrente está disposto a empregar.** Na verdade, hoje parece claro que o futuro de qualquer setor industrial depende da capacidade de controlar um estoque de conhecimento dirigido ao aperfeiçoamento do produto e ao desenvolvimento de métodos. Qualquer deficiência a esse respeito pode redundar em fracasso. A visão da importância da pesquisa para as indústrias agora obtém aceitação universal, mas é indubitável que muitos dos que reconhecem sem hesitação o valor de um laboratório de pesquisa ainda têm uma perspectiva excessivamente limitada do papel que ele deve desempenhar.

Os laboratórios industriais podem ser classificados em três divisões gerais:

- 1 – De trabalho, que se dedicam a controlar materiais, processos e produtos.
- 2 – Industriais, que se empenham em melhoramentos de produtos e processos com vistas a reduzir custos de produção e introduzir novos produtos no mercado.
- 3 – De teoria pura e das ciências básicas associadas ao setor.

A primeira categoria é tão obviamente necessária que praticamente todas as indústrias são equipadas com um, e com freqüência cada departamento de uma fábrica possui o seu. Os da segunda categoria, freqüentemente chamados de laboratórios “de pesquisa”, têm sido o principal instrumento para levar adiante a introdução de controle científico na indústria.

Infelizmente, o sucesso imediato da aplicação de métodos científicos a processos industriais tem muitas vezes levado os executivos de empreendimentos

comerciais à crença de que o trabalho direto em coisas práticas pode se estender indefinidamente. Foi com isso em mente que muitos laboratórios foram criados. Alguns deles, no entanto, se transformaram em fontes de decepção por conta da não compreensão do fato de que, **se o futuro de um setor industrial depende do trabalho do laboratório de pesquisa, então é preciso não um simples aperfeiçoamento nos processos ou o barateamento dos custos de fabricação, mas o desenvolvimento básico da área de interesse da empresa como um todo.** Para alcançar esse propósito, é preciso algo bem diferente do laboratório comum, e para obter progresso o trabalho do laboratório de pesquisa deve estar dirigido primordialmente à teoria básica do tema estudado. **Esse é um ponto que algumas vezes tem sido deixado de lado em discussões sobre pesquisa científica industrial, pois geralmente se dá ênfase excessiva aos retornos imediatos obtidos pelos laboratórios de trabalho e às vantagens do controle científico das operações. Mas em todos os casos em que o efeito da pesquisa foi marcante, seu trabalho foi dirigido não aos processos superficiais da indústria, mas à teoria básica subjacente ao tema.** Isso pode ser constatado no trabalho de Abbe sobre lentes e no de Abbe e Schott sobre vidros, e também nas atividades do laboratório de pesquisa da General Electric Company sobre gases residuais no vácuo das lâmpadas, que resultaram na produção da lâmpada de tungstênio e nitrogênio e no tubo de raios-X de Coolidge. **Portanto, devemos concordar que, se as indústrias vão manter sua posição e progredir, devem dedicar tempo e dinheiro à investigação da teoria básica subjacente ao assunto no qual estão interessadas.**

Consideremos alguns exemplos de trabalhos teóricos em relação à sua aplicação na indústria.

Primeiro, tomemos o caso de um trabalho como o de Abbe sobre as leis geométricas que regem à formação de imagens por lentes. A conexão entre isso e a fabricação de lentes é tão óbvia que fica imediatamente claro que a descoberta de qualquer novo princípio na teoria de óptica de lentes terá algum efeito imediato na sua fabricação, ou na forma de um novo produto, ou em modos mais baratos de produção.

Em seguida, consideremos o trabalho sobre o aperfeiçoamento de métodos de teste, como aquele feito por vários laboratórios de padronização ou pesquisa sobre métodos analíticos. Aqui se pode ver que somente a posse de um método preciso de teste permitirá ao fabricante melhorar seu produto e

garantir sua similaridade ao longo do tempo. Considere, por exemplo, os aperfeiçoamentos nos métodos e instrumentos de mensuração elétrica que tornaram disponível o equipamento elétrico padronizado hoje tão familiar a todos.

Em terceiro lugar, tomemos o exemplo de trabalhos de pesquisa como o estudo da relação entre indutância e capacidade e as propriedades de circuitos elétricos alternados, que tiveram uma imensa influência no projeto de máquinas de corrente elétrica alternada. Atualmente, é claro, essa é reconhecidamente uma parte fundamental da engenharia elétrica.

Por último, consideremos o trabalho das universidades sobre o efeito foto-elétrico, a difração de raios-x por cristais, ou a emissão de elétrons por corpos aquecidos. Deles, o último já ganhou uma aplicação comercial extremamente importante, e o segundo está sendo adotado por vários laboratórios de pesquisa industrial para o estudo da estrutura de metais, ligas e outras substâncias cristalinas. Quanto ao primeiro, até o momento ainda não foi encontrada nenhuma aplicação industrial; no entanto, pode-se prever com segurança que ele será de importância para a indústria nos próximos dez anos.

É quase impossível encontrar algum tipo de trabalho científico em física ou química – da física do átomo à química orgânica estrutural – que mais cedo ou mais tarde não vá ter aplicação e importância direta para as indústrias.

Trabalhos de pesquisa fundamental como esses requerem laboratórios diferentes dos laboratórios usuais de trabalho e pesquisadores diferentes daqueles empregados num laboratório puramente industrial. Significam um laboratório grande, equipado com esmero e com equipe de peso, empenhada por muitos anos em trabalho que não trará remuneração, e que, por um tempo considerável, não chegará a nenhum resultado que possa ser aplicado pelo fabricante. **O valor de tal laboratório será cumulativo, à medida que o trabalho continua. A princípio, ele será útil para a indústria por trazer novos pontos de vista sobre muitos dos seus problemas.** Terá valor especialmente no estabelecimento de métodos padronizados de testes e de especificações ligados à compra de matérias-primas, enquanto boa parte de sua energia pode ser dirigida com proveito à investigação do uso dos produtos da indústria. Muitos laboratórios industriais grandes, de fato, são mantidos tanto em função dos interesses dos clientes da empresa quanto por causa dos departamentos de produção. Um laboratório de pesquisa desse tipo será útil também para verificar os méritos de novas propostas industriais cujo valor

ainda não está comercialmente estabelecido. Mas todos esses usos do laboratório acabarão por ser secundários em relação ao seu trabalho referente a problemas fundamentais, e quando essa linha principal de pesquisa começar a dar frutos absorverá as energias tanto do laboratório como da fábrica. Isso, no entanto, levará anos.

Embora um laboratório inteiramente equipado para pesquisa básica represente o meio mais eficaz de levar a cabo pesquisa industrial, só as maiores empresas têm condições de mantê-los, já que seus custos são muito pesados e somente grandes companhias têm como arcar com tais gastos.

Como é obviamente indesejável que a pesquisa industrial fique confinada aos grandes complexos industriais, é preciso que existam grandes laboratórios também para os empreendimentos industriais menores. Essa necessidade é suprida por laboratórios de dois tipos: os cooperativos e os de consultoria.

Os primeiros podem ser montados por um setor como um todo, com as diferentes empresas se associando para manter um laboratório de pesquisa inteiramente equipado e organizado para a execução de pesquisas relacionadas àquele ramo industrial. Ou, então, empreendimentos industriais com envolvimento em vários setores podem se juntar para financiar um laboratório que investigue algum tema específico no qual tenham um interesse comum.

Em muitos países, o governo se propõe a ajudar os fabricantes a desenvolver trabalho de pesquisa. **O exemplo mais notável disso é a Grã-Bretanha, onde, em 1915, o governo assumiu o fomento e a organização da pesquisa científica por meio da ação direta do Estado.** As atividades do Departamento de Pesquisa Científica e Industrial foram resumidas por seu secretário da seguinte maneira:²

“Primeiro, busca incentivar o trabalhador em pesquisa pura procurando-o onde ele mais provavelmente estará, através dos olhos de mulheres e homens empenhados, eles próprios, em pesquisar e em ensinar outros a fazê-lo. Quando são encontrados homens e mulheres que precisam de assistência, eles a recebem com liberalidade, sem outra restrição além da necessidade de demonstrar que prosseguem seu trabalho. Em segundo lugar, o Departamento ajuda empresas em diferentes áreas da indústria a cooperar com vistas a levantar

² Sir Frank Heath, Jour. Royal Society, 1919, p. 214.

os fundos necessários para empregar homens de ciência de alto gabarito na solução dos problemas que enfrentam e no desenvolvimento científico do ramo em questão. Nesse sentido, o Departamento está formando uma carteira de compensação de informações para o benefício de todos os envolvidos. Finalmente, o Departamento oferece sua assistência, por um lado, a outras áreas governamentais que desejam desenvolver pesquisa numa escala e com propósitos que não podem alcançar por si sós. Por outro lado, está organizando uma pesquisa sobre problemas de utilidade prática de importância tão vasta que não podem ficar a cargo de apenas uma parte da nação. Em ambos os casos, o procedimento é delegar a responsabilidade pela condução do trabalho a conselhos de especialistas e não a burocratas, que são incumbidos da preparação do esquema de funcionamento, do emprego que é feito dos trabalhadores e do controle de sua execução.”

Existem algumas dúvidas sobre até que ponto a organização pelo governo da pesquisa industrial pode ser bem-sucedida. **O trabalho feito sob controle governamental tende a ser excessivamente acadêmico, desnecessariamente caro e insuficientemente em contato com as condições práticas da vida industrial.** É provável, no entanto, que essas tendências sejam menos perigosas para a pesquisa do que para outras áreas da indústria, e que os argumentos contrários a ela sejam os mesmos usados contra qualquer controle direto da indústria pelo Estado, questão que não está em discussão aqui.

Um dos grandes problemas na organização de trabalho de pesquisa é a utilização eficaz das instalações das universidades. Por um lado, há quem queira que essas instituições de ensino estejam preparadas para enfrentar problemas em ciência aplicada que tenham importância direta para empreendimentos industriais. Outros acreditam que o trabalho de pesquisa feito em universidades deve sempre estar estritamente subordinado e diretamente ligado ao ensino.

O propósito primordial da universidade é a educação e o treinamento de seus alunos, e, portanto, tudo o que leve a esse fim é função apropriada e necessária da universidade. Todos concordam que para desenvolver especialistas técnicos e científicos avançados é absolutamente necessário um **treinamento nos métodos de pesquisa científica, e esse motivo é suficiente para que o trabalho de pesquisa seja feito nos laboratórios universitários.**

Mas, além disso, o treinamento nos métodos de pesquisa só pode ser dado por professores que sejam, eles próprios, pesquisadores versados. Por essa razão, os professores universitários têm de estar engajados em pesquisa para que possam desempenhar seus deveres adequadamente. Assim, os laboratórios das universidades devem continuar a ser sempre os instrumentos mais importantes para a expansão do conhecimento científico.

Restam ainda duas perguntas a serem feitas:

1 – As universidades devem se engajar em trabalhos de pesquisa de valor industrial direto, desenvolvido não por seu valor de treinamento mas com vistas a ajudar a indústria?

2 – Os laboratórios dedicados à pesquisa em ciência pura devem estar ligados a universidades caso não se proponham a ensinar, ou devem ser instituições independentes?

De modo geral, provavelmente não é desejável que departamentos das universidades dedicados ao ensino de ciência pura façam pesquisa industrial continuamente. Se o fizerem, é provável que isso atrapalhe a execução de seu próprio trabalho e possa até afetar a qualidade de ensino da instituição. Ao mesmo tempo, as universidades devem ser centros de conhecimento científico não influenciados por considerações empresariais, com um grande número de especialistas cujo conhecimento é necessariamente do maior valor para as indústrias, que devem estar em posição de fazer uso dos conhecimentos especializados desses homens.

Nos departamentos de ciências aplicadas, o trabalho em problemas que têm importância para a indústria com frequência tem valor para os alunos em treinamento, já que dá uma sensação de realidade aos seus estudos, o que muitas vezes não ocorre quando não há aplicação em vista. Em relação a isso, o Dr. Steinmetz faz algumas consideração muito pertinentes:³

“Alguns trabalhos de pesquisa podem ser desenvolvidos com mais eficiência por instituições educacionais, outros pela indústria. De modo geral, para a pesquisa industrial há maiores recursos em termos de materiais e de energia, mas mão-de-obra especializada de alto nível

³ C.P. Steinmetz, Scientific Research in Relation to the Industries, Jour. Franklin Institute, 1916, p.712.

formada por pesquisadores, tal como disponível na pesquisa universitária por estudantes de pós-graduação, é onerosa para a indústria. Assim, pesquisas que requerem poucos recursos mas grande quantidade de tempo e atenção da parte dos pesquisadores são especialmente adequadas para laboratórios educacionais, enquanto investigações que requerem grande quantidade de materiais ou energia ao invés de tempo dos pesquisadores são especialmente adequadas à indústria, e muitas vezes estão além dos recursos da instituição educacional. A eficiência, portanto, deveria fazer com que houvesse uma divisão da pesquisa entre laboratórios educacionais e industriais conforme seus recursos, e onde isso ocorre os resultados são esplêndidos. Assim, por exemplo, os fenômenos do campo dielétrico além do limite elástico, ou, em outras palavras, os efeitos disruptivos no ar e em outros dielétricos sob alta tensão elétrica, eram inteiramente desconhecidos até bem poucos anos, e nem se sabia se existe uma rigidez dielétrica de materiais análoga à rigidez mecânica. Esse campo foi inteiramente esclarecido, e enriqueceu-se com um vasto conhecimento dos fenômenos do campo dielétrico, não somente sob tensão constante mas também sob tensão oscilante e sob tensão transitória, de pulsos (blows) ou impulsos elétricos repentinos tão curtos como micro-segundos, como resultado principalmente do trabalho de um laboratório de pesquisa industrial – o Laboratório de Consultoria de Engenharia da General Electric Company, chefiado por F. W. Peck – e de um laboratório educacional – o da Universidade Johns Hopkins, dirigido pelo professor Whitehead –, com ambos os laboratórios trabalhando independentemente e devotando sua atenção aos temas para os quais são especificamente adequados, embora naturalmente muitas vezes se sobrepondo.

Infelizmente, não é sempre que se leva em conta essa limitação do trabalho de pesquisa conforme os recursos disponíveis, e sobretudo instituições educacionais com frequência tentaram desenvolver pesquisas para as quais laboratórios industriais são muito mais adequados, enquanto trabalhos de investigação para os quais instituições educacionais são apropriadas, de que a indústria tem necessidade mas está economicamente impossibilitada de levar a cabo, são deixados de lado. É geralmente o desejo de 'fazer algo de valor industrial' que leva universidades a desenvolver investigações

sobre transporte ferroviário e assuntos dessa ordem, nos quais a probabilidade de acrescentarem algo material ao nosso conhecimento é extremamente remota, ou de pesquisar ligas de ferro industriais em competição com laboratórios de pesquisa industrial muito maiores e mais eficientes nesse campo do magnetismo. Enquanto isso, todas as outras pesquisas magnéticas são negligenciadas. Nosso conhecimento dos fenômenos do magnetismo é ainda muito insatisfatório e é óbvio que um avanço concreto pode ser esperado somente de um estudo abrangente do tema, e os materiais magnéticos não-ferrosos pouco pesquisados portanto seriam os que mais requerem estudos.”

Uma questão de alguma importância em relação a isso é a remuneração a ser paga pela indústria pela ajuda científica que recebe. É muito comum as indústrias considerarem que têm direito aos serviços de professores universitário sem custo ou por um valor meramente simbólico. Não parece haver justificativa para isso, e não há razão para que os honorários cobrados por professores universitários por trabalhos de consultoria devam ser inferiores aos dos de qualquer profissional do mesmo nível. A cobrança de honorários baixos está sujeita à crítica adicional de que ela reduz o padrão de cobrança das consultorias científicas, e conseqüentemente torna difícil para os cientistas não ligados a universidades obter remuneração adequada.

Há o perigo de que um professor seja tentado a desenvolver tanto trabalho industrial que não possa cumprir adequadamente as obrigações de seu cargo. Essa dificuldade é evitada em outras áreas profissionais por uma regra que impede a pessoa de fazer trabalhos externos. Se essa regra for afrouxada no caso dos professores universitários, devem ser encontradas formas de se evitar esse problema – todos aqueles com experiência universitária já devem ter visto casos em que o trabalho de um departamento foi deixado de lado por causa de interesses externos.

Ligada de perto a essa dificuldade, é claro, está a questão dos salários atuais dos professores universitários, tão baixos que eles são constantemente tentados a entrar na pesquisa industrial de uma vez por todas ou a suplementar sua renda por uma grande quantidade de trabalhos de consultoria. É preciso um aumento urgente no padrão de remuneração dos professores

universitários se as universidades querem reter bons profissionais em sua competição com as indústrias. **Não é necessário que a universidade pague tanto quanto uma empresa, já que as vantagens da vida universitária, as longas férias e o status do professor sempre compensarão alguma desvantagem no pagamento. Mas certamente será necessário que as universidades paguem suas equipes científicas muito mais generosamente que tem sido o caso.**

É possível enfrentar as dificuldades que a pesquisa industrial encontra nas universidades através de departamentos universitários que atuem como laboratórios de consultoria de pesquisa para as empresas que requerem tal ajuda, com a remuneração indo para o departamento e não para os indivíduos e sendo usada para melhorar os salários e apoiar o trabalho de pesquisa em geral. **Uma experiência interessante em termos de pesquisa industrial desenvolvida por uma universidade é a da Estação Experimental de Engenharia da Universidade de Illinois: são cobrados honorários somente em trabalhos com aplicação industrial direta, como testes de materiais. A universidade é financiada pelo Estado de Illinois e considera seu dever servir as indústrias locais sem lucro.** A maior parte do trabalho na Estação é desenvolvida por assistentes de pesquisa que fazem pós-graduação, quatorze dos quais recebem um estipêndio de US\$ 500 por ano da universidade para dedicar metade do seu tempo ao trabalho de pesquisa, enquanto gastam a outra metade em seus estudos de pós-graduação.

A conveniência de se organizar a pesquisa em ciência pura na forma de institutos de pesquisa ligados a universidades aparece, de modo geral, como indiscutível. Não obstante, esse não é o caso.

Para o desenvolvimento adequado da pesquisa em ciência pura, é preciso que sejam criados cargos nos quais os homens possam dedicar toda a vida ao estudo de problemas científicos, sem serem tolhidos pela necessidade de colocá-lo em prática ou por dificuldades financeiras. Para um trabalho criativo em ciência básica talvez seja necessária uma atmosfera de independência e concentração num problema específico, que só pode ser obtida numa universidade ou em outro local da esfera acadêmica. É essencial que um homem com o dom do pensamento original tenha condições de alcançar uma posição na qual seja possível o desenvolvimento de suas idéias por um longo período, sem ser tolhido por perturbações externas. A necessidade de tais oportunidades foi

muitas vezes destacada, notadamente por J. J. Carty⁴ e W. R. Whitney.⁵ Não segue daí, no entanto, que tais cargos de pesquisa devam necessariamente existir em conexão com universidades. As vantagens de uma ligação com a universidade são a atmosfera acadêmica, o contato com mentes que trabalham em outras áreas do conhecimento e o estímulo proporcionado por uma quantidade estritamente limitada de aulas. Por outro lado, a ligação com a universidade pode facilmente exigir muito do tempo dos pesquisadores para obrigações acadêmicas ou administrativas, importunar suas almas com restrições e burocracia, e limitar a extensão do trabalho, que, de outra forma, viria como conseqüência do êxito. **É certo que no futuro muita pesquisa em ciência pura será feita pelas universidades, mas é possível que o estabelecimento de institutos de pesquisa para trabalhos em ciência pura sem ligação acadêmica direta comprove ser uma experiência proveitosa.**

Ainda que a provisão de trabalho de pesquisa nas universidades possa ser estendida, não é desejável que as indústrias dependam delas para realizar o trabalho fundamental exigido pelo seu próprio desenvolvimento. A aplicação da ciência na indústria é essencialmente função da organização desta última e não pode ser transferida eficientemente para outros agentes, como aqueles concebidos para ensinar ou para criar conhecimento original. **É ainda mais vital para o futuro da pesquisa que as universidades recebam reforço e sejam apoiadas em seu trabalho, e que se impeça qualquer desvio de suas energia.**

Como diz F. B. Jewett,⁶

“O tema de um suprimento adequado de investigadores e diretores de pesquisa adequadamente equipados e treinados é absolutamente vital para o crescimento da pesquisa industrial. Eu estou tão certo quanto é possível se estar certo de alguma coisa neste mundo que todas as nossas visões dos benefícios obtidos de uma grande expansão da pesquisa industrial serão paralisadas se não reconhecermos ou se ignorarmos o fato de que, em

⁴ J.J. Carty, The Relation of Pure Science to Industrial Scientific Research, Presidential Address to Amer. Inst. E.E., 1916.

⁵ W.R. Whitney, Eng., 1917, v.123, p. 245.

⁶ F.B. Jewett, Trans. Roy. Can. Inst., 1919, p. 117.

última análise, somos absolutamente dependentes da produtividade mental dos homens, e só deles, e que devemos, em consequência, tornar possível o suprimento contínuo de trabalhadores bem-treinados.”

É possível que a melhor forma de se aumentar o suprimento de homens treinados e se fortalecer as universidades seja por meio do apoio financeiro direto por parte das indústrias, e da manutenção, pelas universidades, de pesquisadores gabaritados que estudem problemas de interesse básico geral, cujos resultados sejam publicados livremente. **É preciso, é claro, que o apoio às universidades pelas indústrias não degenerem em nenhuma forma de controle por propósitos comerciais.**