

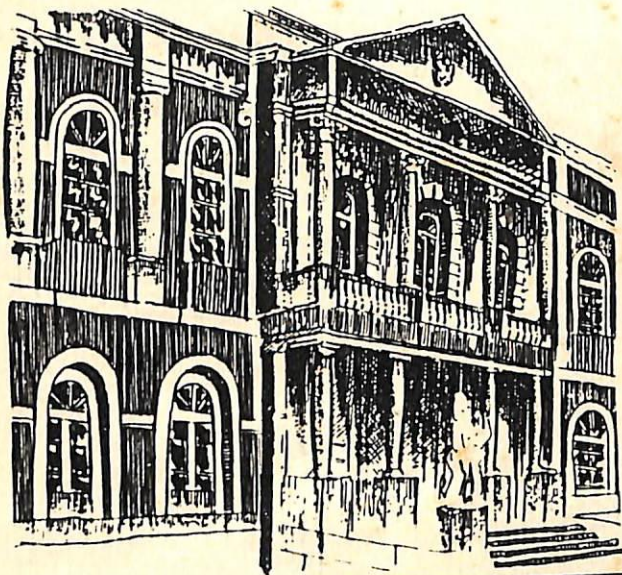
S
UFRJ/IEI
TD12

034458-3



CIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL



TEXTO PARA DISCUSSÃO N° 12

PROGRESSO TÉCNICO E FORMAS DE
CONCORRÊNCIA: Um estudo de caso
sobre a Indústria de Vidro

José Tavares de Araujo Junior

1982

Reedição Set/89

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL



43 - 016398

PROGRESSO TÉCNICO E FORMAS DE CONCORRÊNCIA:
Um estudo de caso sobre a Indústria de Vidro.

José Lavares de Araujo Junior

Tese de doutorado submetida
à Universidade de Londres.

anpec
Associação Nacional de
Empresas Industriais

Este trabalho foi impresso
com a colaboração da ANPEC
e o apoio financeiro do PNPE

PROGRAMA NACIONAL DE
PNPE
PESQUISA ECONÔMICA

SUMÁRIO

PARTE I : PROGRESSO TÉCNICO, TEORIA ECONÔMICA E HISTÓRIA

- | | |
|---|----|
| 1. Introdução | 1 |
| 2. Resenhas da Literatura | 9 |
| 3. O Retorno à Perspectiva Schumpeteriana | 25 |
| 3.1. O Rítmo das Inovações e os Ciclos de Kondratieff | 26 |
| 3.2. A Geração de Desequilíbrios na Base Técnica do Sistema Produtivo | 27 |
| 3.3. As Formas de Incorporação de Progresso Técnico | 37 |
| 3.4. A Criação de Novas Formas de Concorrência | 44 |
| 4. Gastos em Pesquisa e Estratégias de Crescimento | 47 |
| 4.1. Inovações Primárias e Inovações Secundárias | 48 |
| 4.2. Recuperação e Decadência | 52 |

PARTE II : PROGRESSO TÉCNICO E CONCORRÊNCIA NA INDÚSTRIA DE VIDRO

- | | |
|---|----|
| 5. Da Subordinação Formal à Subordinação Real | 57 |
| 5.1. Mão de Obra e Custos de Energia | 57 |

FEA - UFRJ
BIBLIOTECA

Data: 30/06/93

N.º Registro:

034458-3

US 88826

5
UFRJ/IEI
TD 12

5.2.	A Organização da Indústria, as Subdivisões do Mercado e as Técnicas em Vigor	59
5.3.	Trabalho Qualificado e Poder de Barganha	72
5.4.	As Formas de Concorrência: O Cartel do Vidro Plano	78
5.5.	As Formas de Concorrência: A Heterogeneidade Crescente do Período Vitoriano	81
5.6.	O Caráter das Inovações	86
5.7.	O Processo de Mecanização : 1890 - 1930	89
		103
6.	O "Float Process"	103
6.1.	Introdução	106
6.2.	Antecedentes : 1930 - 1950	111
6.3.	O Desenvolvimento da Inovação	114
6.4.	Difusão : 1963 - 1979	121
6.5.	Desempenho e Perspectivas	132
7.	Conclusão	137
BIBLIOGRAFIA		

PARTE I: PROGRESSO TÉCNICO, TEORIA ECONÔMICA E HISTÓRIA

1. Introdução

O principal objetivo deste trabalho é mostrar que a noção schumpeteriana de "Destruição Criadora" contém uma proposta de estudo sobre o progresso técnico que é radicalmente distinta da abordagem usual na literatura econômica. A divergência abrange: (a) A justificativa de por que interessa à teoria econômica tratar do problema de mudança tecnológica. (b) A construção das categorias analíticas. (c) Os critérios de julgamento quanto à validade de determinadas hipótese simplificadoras. (d) A seleção dos tópicos relevantes à pesquisa empírica.

A elaboração do conceito de progresso técnico subjacente à noção de Destruição Criadora atende a pelo menos quatro finalidades importantes. Em primeiro lugar, permite reconciliar a visão de longo prazo que emerge da bibliografia sobre a história das técnicas no capitalismo industrial com aquela oferecida pela teoria econômica. Em segundo lugar, altera a perspectiva teórica no plano macroeconômico: Ao invés do postulado quanto à estabilidade do ritmo das inovações, corriqueiro nos modelos de crescimento, trata-se de discutir justamente as origens e consequências da instabilidade. Em terceiro lugar, amplia o escopo analítico dos estudos sobre concorrência, dinamismo tecnológico e estrutura industrial. Em quarto lugar, fornece novos instrumentos à análise do processo de trabalho.

A noção de destruição criadora resume um dos temas centrais da obra de Schumpeter: o estudo do rejuvenescimento periódico do capitalismo. Sob diferentes enunciados, esse tema reaparece inúmeras vezes em seus trabalhos. A versão apresentada em 1928, por exemplo, no famoso ensaio sobre "The instability of capitalism", antecipa em quatorze anos as teses contidas em "Capitalismo, Socialismo e Democracia". "... capitalism may be stable or not, simply in the sense that it may be expected to last or not. Its history might be full of the most violent

fluctuations or even catastrophes - as it undoubtedly has been so far - and these fluctuations or catastrophes might even be inherent in its working - which precisely is what we want to form an opinion about - and we might still, in a real sense, have to call it 'stable' if we have reason to expect it to last. Whenever we mean no more than this - that is to say, when we merely mean to speak of the question of what may be termed the institutional survival of capitalism, we will henceforth speak of the capitalist order instead of the capitalist system. When speaking of the stability of the capitalist system, we shall mean something akin to what businessmen call stability or instability of business conditions. Of course, mere instability of the 'system' would, if severe enough, threaten the stability of the 'order', or the 'system' may have an inherent tendency to destroy the 'order' by undermining the social positions on which the 'order' rests." (Scumpeter, 1928, p. 15. Grifos no original).

Entretanto, a versão de 1939 - minuciosamente desenvolvida em "Business Cycles" - contém outra abordagem, na qual a sutil distinção entre a estabilidade da ordem e a instabilidade do sistema cede lugar à proposição de um modelo de ciclos econômicos de longo prazo baseado em uma teoria das inovações. Em outras palavras, trata-se de deslocar para o pano de fundo a questão da sobrevivência do capitalismo e concentrar a análise nas relações de causalidade entre o ritmo das inovações e o ritmo das atividades econômicas. O capítulo 3 deste trabalho discute as dificuldades metodológicas desta abordagem e indica as diferenças para com a formulação enunciada mais tarde por Schumpeter em "Capitalismo, Socialismo e Democracia". Cabe advertir no entanto que o presente texto não é um estudo sobre o pensamento schumpeteriano e que as referências à obra desse autor destinam-se tão somente a esclarecer as origens do conceito de progresso técnico adiante proposto.

Em síntese, o progresso técnico no capitalismo industrial constitui um resultado das interações entre a base técnica do sistema produtivo e as formas de concorrência em vigor.

Base técnica é o acervo de conhecimentos composto pelos principais ordenadores da organização do processo de trabalho necessária à produção de mercadorias. Na produção de qualquer mercadorias existe sempre pelo menos uma atividade cujo exercício exige o conhecimento completo da base técnica. A localização dessa(s) atividade(s) no processo de trabalho corresponde a modalidades específicas de geração e incorporação de inovações pelo sistema produtivo, bem como determina o poder de comando que pode ser exercido ao nível da firma sobre a variável tecnológica, no sentido de utilizá-la eficazmente como um instrumento de concorrência. Por outro lado, as formas de concorrência compreendem o conjunto de estratégias de crescimento de firmas possíveis de serem formuladas a partir de uma determinada base técnica.

Os demais capítulos da primeira parte deste trabalho descrevem os passos necessários à elaboração do conceito de progresso técnico enunciado acima e procuram confrontá-lo com a definição usual na literatura econômica. O capítulo 2 apresenta um breve sumário da produção acadêmica das últimas décadas. Este sumário destaca um conjunto de estudos desenvolvidos sob o amparo de fundamentos teóricos bem definidos e estruturados, em contraposição a um outro grupo de ensaios, monografias e pesquisas empíricas que, a despeito de reunir um amplo material sobre diversos aspectos do desenvolvimento tecnológico das economias industrializadas, é heterogêneo e disperso do ponto de vista teórico. Alguns autores contumam incluir no primeiro grupo os trabalhos sobre os efeitos do progresso técnico, e, no segundo, aqueles que tratam de mudança tecnológica em si mesma. Sugerimos entretanto que a característica mais relevante do primeiro grupo é a de congregar um esforço ordenado e persistente no sentido de construir um paradigma a partir das idéias de David Ricardo quanto a um tipo particular de efeitos do progresso técnico: o de provocar mudanças na distribuição de rendas. Argumentamos também que certas proposições de Marx, retomadas posteriormente por Schumpeter através da noção de destruição criadora, oferece uma outra concepção de progresso técnico. Todavia, essas proposições permanecem

ram até a década de setenta praticamente no mesmo estágio inicial de formalização em que foram enunciadas por seus autores e, por conseguinte, não chegaram a constituir de fato um paradigma alternativo ao ricardiano. Por fim, o capítulo 2 registra as tentativas recentes de declínio do paradigma ricardiano como marco teórico dominante na comunidade acadêmica. Desta maneira, o conceito de progresso técnico desenvolvido no presente trabalho visa cumprir um dos requisitos indispensáveis ao estabelecimento de um paradigma alternativo: o de especificar o teor das novas categorias analíticas.

O capítulo 3 compara a visão de longo prazo que emerge da bibliografia sobre a história das técnicas no capitalismo industrial com aquela oferecida pelo paradigma ricardiano. Além de apontar algumas questões recorrentemente enfatizadas nos textos de história econômica e ignorados pela teoria, esta comparação serve também como uma introdução aos temas a serem examinados à luz do binômio base técnica/formas de concorrência. A seção 3.1 trata da instabilidade de longo prazo do ritmo das inovações e defende a idéia de que os chamados ciclos de Kondratieff devam ser entendidos como ciclos tecnológicos e não como ciclos econômicos. A seção 3.2 analisa os mecanismos geradores de desequilíbrios na base técnica do sistema produtivo, enquanto que as seções 3.3 e 3.4 discutem respectivamente, os estilos de absorção de tecnologia e o aparecimento de novas formas de concorrência.

O capítulo 4 conclui o confronto preliminar entre o paradigma ricardiano e a proposta de Schumpeter, e sugere um esquema analítico para tratar a tipologia de inovações que resulta da noção de destruição criadora. Segundo a tradição ricardiana, o critério geral de classificação de inovações é o de separá-las de acordo com os efeitos redistributivos que provocam: poupadoras de mão de obra, poupadoras de capital e neutras. No entanto, a noção de destruição criadora impõe outro critério, segundo o qual as inovações serão divididas em primárias e secundárias. Inovações primárias são aquelas que provocam uma ruptura nos princípios ordenadores da base técnica em uso, dando início ao processo de destruição criadora. Inovações secundárias são

aquelas destinadas a elevar a eficiência das rotinas produtivas vigentes, alterando apenas marginalmente suas linhas mestras. O esquema analítico do capítulo 4 indica os fatores que induzem as firmas de uma indústria a buscarem inovações primárias em certos momentos da história do ramo e inovações secundárias em outros.

Através de um estudo de caso sobre a história da indústria de vidro, a segunda parte deste trabalho procura ilustrar os problemas teóricos levantados na primeira parte e explorar as potencialidades da abordagem schumpeteriana. A história da indústria de vidro posterior a 1780 é um exemplo particularmente adequado ao estudo do conceito de progresso técnico como um produto das interações entre a base técnica do sistema produtivo e as formas de concorrência em vigor. Com efeito, embora se trate de um ramo que jamais liderou transformações importantes na história do capitalismo, e cujo peso na estrutura industrial sempre foi reduzido, sua experiência é uma espécie de versão condensada da cronologia de problemas enfrentados pelo capitalismo nos últimos duzentos anos. Seu papel portanto é semelhante ao de certas personagens secundárias nos romances de aventuras, que jamais participam ativamente dos acontecimentos centrais da trama, mas cuja presença constante no fundo de cena permite ao leitor acompanhar o enredo da novela.

A época da Revolução Industrial, produzir vidro era uma atividade que já contava com pelo menos 3.500 anos de existência. Embora fosse um ramo consideravelmente diversificado, o nível de desenvolvimento das técnicas produtivas nos três principais segmentos da indústria - vidro plano, garrafas e utensílios - era relativamente homogêneo. Da mesma forma, outras características do setor, como o tamanho dos estabelecimentos, os graus de concentração e os estilos de concorrência, eram também semelhantes. No entanto, ao longo do século dezanove tais semelhanças foram desaparecendo gradativamente, a tal ponto que o único traço em comum que restou entre os três segmentos da indústria a partir das primeiras décadas deste século foi a utilização das mes-

mas fontes de matérias primas. Ao lado disso, todas as transformações importantes ocorridas no capitalismo após 1850 afetaram direta ou indiretamente a indústria de vidro: ora diminuindo os custos de comercialização e facilitando o acesso às fontes de matérias primas, como no caso da revolução dos transportes do ciclo das ferrovias, ora abrindo novos mercados, como a indústria automobilística, a fotografia, o cinema, a televisão e os instrumentos de pesquisa científica, ora permitindo resolver problemas tecnológicos anteriormente insolúveis, através do desenvolvimento das indústrias química, elétrica e mecânica.

Por fim, um terceiro aspecto que justifica a escolha da indústria de vidro como um estudo de caso pertinente para se esclarecer o conceito de progresso técnico é o de que, ao contrário da maioria dos ramos industriais contemporâneo, esse setor passou por duas mudanças radicais em sua base técnica num período inferior a cinquenta anos. Com a primeira mudança, a ser discutida no capítulo 5, o processo de produção de vidro tornou-se inteiramente mecanizado e o principal segmento da indústria - o de vidro plano - transformou-se num oligopólio internacional organizado sob o comando de um cartel que reunia os principais produtores europeus e americanos. Tendo durado cerca de quarenta anos, de 1890 a 1930, o processo de mecanização da indústria trouxe para a Inglaterra duas consequências importantes: o aparecimento de um monopolista no setor de vidro plano, a firma Pilkington Brothers, e o controle do cartel por parte do Grupo St. Gobain e pelos fabricantes americanos, deixando a indústria inglesa numa posição secundária diante de seus concorrentes mais sérios no plano internacional. A divisão de poder no interior do cartel permaneceu basicamente inalterada até fins dos anos cinquenta, quando a Pilkington introduziu uma inovação, o "float process", que revolucionou pela segunda vez neste século a base técnica da indústria. Na década seguinte, o grupo monopolista inglês não só assumiu a liderança tecnológica do ramo, como também promoveu a redefinição das regras do jogo no mercado mundial de vidro, conforme será visto no capítulo 6.

O capítulo 5 fornece um resumo histórico da evolução da indústria de vidro entre 1780 e 1930, isto é, da Revolução Industrial ao momento em que o capital adquiriu o controle absoluto sobre o funcionamento da base técnica do setor. Dois temas serão enfatizados ali: De um lado, procuramos analisar o desenvolvimento das condições de produção, mostrando as diferentes formas de organização do trabalho experimentadas pelo setor e os estilos correspondentes de incorporação de progresso técnico. De outro, estudamos os padrões de concorrência postos em prática a cada etapa, destacando o papel desempenhado pelas inovações nas políticas de crescimento estabelecidas ao nível da firma. Trata-se, portanto, de elaborar uma relação analítica a partir de uma evidência histórica e, nesse sentido, a seleção do material empírico é inevitavelmente parcial. Por isso, vários tópicos obrigatórios em qualquer reconstituição cuidadosa da história da indústria de vidro serão abordados ali apenas incidentalmente, como, por exemplo, política tarifária e comércio exterior, política fiscal e crescimento interno, o papel da indústria de construção civil, etc. Ao mesmo tempo, outros aspectos normalmente tratados à margem pela literatura, como a questão do controle do processo produtivo, serão promovidos ao centro do debate. Desta maneira, nosso relato vai procurar extrair da História tão somente aqueles elementos necessários à demarcação da categoria progresso técnico sob a ótica de uma teoria da produção, como um conceito capaz de explicar porque o capitalismo precisa redesenhar periodicamente sua base técnica.

Pelo mesmo motivo, no capítulo 6, ao cobrir o período de 1930 a 1979, estaremos interessados em acompanhar apenas as transformações ocorridas na produção de vidro plano. Descreveremos ali as linhas gerais que marcaram a organização da indústria de vidro plano ao nível internacional entre as décadas de trinta e cinquenta, bem como os problemas então enfrentados pelas empresas líderes daquele oligopólio para defender suas posições de mercado no médio prazo. Em seguida, procuramos reconstituir a cronologia dos principais eventos que influenciaram o desenvolvimento do "float process" entre 1952 e 1962. Tomando o ano de 1963 como data de referência para o início da difusão do "float process"

na indústria mundial, passamos então a analisar a política adotada pela Pilkington para explorar comercialmente o seu invento, a reação das demais empresas líderes do oligopólio, e as características do processo de difusão da inovação. Por fim, discutimos as perspectivas da indústria nos anos oitenta.

O capítulo 7 resume as principais conclusões do estudo de caso, utilizando os critérios analíticos propostos na primeira parte do trabalho.

Antes de encerrar esta introdução, é conveniente prestar um esclarecimento adicional sobre os antecedentes do conceito de progresso técnico a ser elaborado nos próximos capítulos. O argumento defendido neste trabalho possui afinidades evidentes com certos trechos da obra de Marx. No entanto, à exceção de breves referências esparsas, tais vínculos são relativamente ignorados ao longo do texto. De fato, Marx assume duas posições diante do progresso técnico. (1) Na primeira, que posteriormente se transformou na abordagem consensual entre os autores da tradição marxista, as inovações aparecem como uma "sombra" da acumulação de capital, resultante do conflito entre lucros e salários. Conforme será visto no capítulo 2, esta abordagem obedece rigorosamente aos cânones do paradigma ricardiano. Na segunda posição, sobre a qual o pensamento marxista só voltou a se manifestar nos últimos dez anos, através da literatura sobre processo de trabalho, a face relevante do progresso técnico é a de consistir numa ferramenta com a qual o capitalismo industrial constrói e atualiza sua identidade. Tal como outros aspectos da obra de Marx, estas duas interpretações abriram espaços a inúmeras polêmicas desconexas. Assim, por exemplo, as críticas intolerantes de Blaug (1960) à visão de Marx sobre o progresso técnico dirigem-se inequivocamente à primeira interpretação, enquanto que os elogios convincentes de Rosenberg (1976a) ao Marx "as a student of technology" referem-se à segunda. Dado que um de nossos objetivos é justamente o de contrapor as duas interpretações, optamos por identificá-las apenas com os enunciados propostos nos trabalhos de Ricardo e Schumpeter, a fim de evitar debates desnecessários ao escopo do presente texto.

(1) A esse respeito, vide Castro (1979), pp. 149-153.

2. Resenhas de Literatura

Nos 25 anos compreendidos entre a II guerra mundial e o final da década de 60 a comunidade acadêmica anglo-americana empreendeu um enorme esforço de pesquisa e reflexão teórica sobre o tema do progresso técnico, cujas linhas gerais encontram-se sintetizadas nas 6 resenhas da literatura comentadas a seguir. Excluídas as superposições inevitáveis, essas resenhas cobrem cerca de 450 títulos, 80% dos quais publicados nas décadas de 50 e 60, fornecendo ao leitor uma visão panorâmica da história recente desta área do pensamento econômico, bem como algumas indicações quanto aos fatores responsáveis pela atual reorientação dos interesses acadêmicos. (1)

Escrita em 1958, a resenha de Richard R. Nelson (1959) inspirou-se num aspecto particular do dinamismo tecnológico da economia americana naquela década: o crescimento dos gastos públicos e privados em pesquisa e desenvolvimento. "In 1953, the latest date for which relatively sophisticated figures are available, total expenditure on research and development was about \$ 5.4 billion. All evidence indicates that since 1953 expenditures on research and development has increased markedly; \$ 10 billion seems a reasonable estimate for 1958. A large share, but not all, of our resources engaged in research and development is directed toward invention". (p. 103)

Não obstante o uso do termo "invenção", o objetivo de Nelson não é o de discutir história da ciência, e sim as interações entre os deslocamentos da fronteira de conhecimentos da sociedade e os da fronteira tecnológica da economia. De fato, ao evitar o termo "inovações", a rigor o mais apropriado, ele procura privilegiar um dos momentos do processo de mudança tecnológica,

(1) Resumir a produção acadêmica através de resenhas da literatura constitui sem dúvida um procedimento injusto para com os autores dos textos originais. Essa falta talvez seja desculpável sob os argumentos de que as resenhas fornecem referências muito mais completas do que seria possível fazer aqui, dada a extensão da bibliografia, e facilitam a caracterização das componentes básicas da visão teórica dominante, que é o objetivo primordial deste capítulo.

o do aparecimento de uma nova técnica e/ou novo produto, deixando de lado todo o resto: o ritmo de difusão; os efeitos sobre o crescimento, a estrutura industrial, etc.

Assim, o texto dedica-se ao exame de tres tópicos principais: (a) Os fatores que motivam as invenções; (b) O grau de incerteza inerente aos resultados do esforço inventivo; (c) A gerência das atividades de pesquisa.

Utilizando a tipologia de Rossman (1931), Nelson divide as invenções em duas grandes classes: "...basic inventions and improvements on existing basic equipment or processes. The former usually (but not always) involve applications of new knowledge; hence they commonly involve new elements as well as new combinations of old elements. The dynamo, telephone, radio, and incandescent lamp are basic inventions. Improvements are primarily marginal inventions, usually (but not always) based on experience with existing basic equipment and seldom involving strikingly new elements. Obviously, the line between basic invention and improvements is blurred". (p. 103)

Esta classificação serve de ponto de partida para a análise da teoria de Gilfillan (1935), que trata as invenções básicas como fenômenos deflagadores de uma cadeia de descobertas complementares, a um ritmo inicial intenso, mas declinante com o tempo. Tal processo é provocado por necessidades sociais, que usualmente se manifestam a través de sua conversão em oportunidades de lucros privados. A despeito de criticar os componentes mecanicistas desta teoria, Nelson organizou sua resenha em torno ao debate de tais idéias.

Como será visto adiante neste capítulo, tanto a tipologia de Rossman, como a teoria de Gilfillan, possuem grandes afinidades com a abordagem schumpeteriana de progresso técnico. Ao escolher esses instrumentos analíticos, Nelson se afasta do centro de preocupações teóricas então vigentes na teoria econômica. Não é casual portanto que as principais referências teóricas

de seu trabalho sejam proveniente de diversas áreas do conhecimento, como sociologia, filosofia de ciência e história das técnicas, mas não da teoria econômica. Entretanto, através desse exercício eclético e multidisciplinar, Nelson apresenta uma agenda de problemas teóricos a serem elucidados pela análise econômica, tais como:

a) Como justificar a existência de ritmos similares de progresso técnico em indústrias com diferentes graus de concentração e formas distintas de organização de mercado?

b) Que fatores induzem as grandes empresas a realizar investimentos em pesquisa, mantendo em funcionamento laboratórios próprios crescentemente sofisticados, dado que esse procedimento não lhes assegura necessariamente a liderança tecnológica dos ramos a que pertencem, e que as invenções importantes nem sempre são produzidas em grandes laboratórios?

c) Dado que as atividades de pesquisa são desenvolvidas sob condições de incerteza, a partir de que critérios são tomadas as decisões quanto aos montantes a serem aplicados em cada período de tempo?

d) Qual a lógica da seleção dos projetos de pesquisa?

Mas, como demonstram as resenhas subsequentes, a elaboração desses temas não era, naquele momento, uma tarefa prioritária para a comunidade acadêmica. O trabalho de Marx Blaug (1963), publicado cinco anos mais tarde, é bastante esclarecedor neste sentido, posto que retrata com rigor e fidelidade a visão hegemônica nos 50 e 60. Admitindo uma determinada taxa - exógena e estável - de progresso técnico da economia, seu propósito é o de analisar o padrão macroeconômico das inovações, bem como demonstrar a fertilidade da teoria neoclássica nesse mister.

Após distinguir as inovações entre novas técnicas e novos produtos, Blaug concentra-se no estudo do primeiro tipo: "A Process-innovation is defined as any adopted improvement in technique which reduces average costs per unit of output despite the fact that input prices remain unchanged. The new technique may involve drastic alterations in equipment, but this is not a necessary feature of the definition: the mere reorganization of a plant may be as factor-saving as the introduction of new machines" (p. 87). Apesar do grau aparente de generalidade, e de sua ampla utilização nos textos de economia, esta definição contempla exclusivamente uma única característica das inovações: a de provocar mudanças na distribuição de rendas do sistema econômico.

Em princípio, definições "abrangentes" podem ser formuladas a partir de inúmeros eventos derivados das inovações, como a transformação das formas de concorrência em vigor na economia, a redefinição das relações interindustriais, a reorientação dos hábitos de consumo, a reorganização do processo de trabalho, etc. Para que um determinado evento possa apresentar um potencial de generalização superior aos demais é preciso que, subjacente a ele, exista um marco teórico capaz de tratá-lo como problema fundamental, dado que, despidos de teoria, todos os eventos associados ao processo de mudança tecnológica são igualmente relevantes.

Para Blaug, analisar o padrão das inovações significa identificar os efeitos redistributivos sistemáticos oriundos do progresso técnico. Por conseguinte, ao discutir as tipologias de inovações, interessa-lhe apenas examinar as diferentes formas de classificá-las em poupadoras de mão-de-obra, poupadoras de capital e neutras, a fim de que possa desenvolver o argumento principal de sua resenha: "In the last 100 years the rate of technical change has in fact been very high, judged by the upward trend in the average productivity of labour. Yet the rate of return on capital in the UK and the USA has shown a mild downward trend. This suggests that innovations, however plentiful, were not

sufficiently labour-saving. The shift in the distribution of income from property to labour that took place over the same period likewise suggests that technical progress was not strongly biased in a labour-saving direction". (p. 102)

Revendo os fundamentos teóricos do longo debate sobre esse tópico, bem como a evidência empírica produzida até aquela data, Blaug conclui que: "The case for the neo-classical approach is that it provides a meaningful framework for organizing our knowledge of technical progress, and, to provide a more decisive consideration, that no satisfactory alternative approach is in view". (p. 110)

Embora menos preocupados em enaltecer as excelências da teoria neoclássica, Hahn e Matthews (1964) fornecem referências mais completas sobre a capacidade desta teoria em articular o conceito de progresso técnico com os demais aspectos do processo de crescimento. A parte inicial da resenha é similar à de Blaug: "In the simplest treatment, technical progress is regarded as something that goes on at an externally given rate and serves to bring about an increase over time in the output that can be produced by any combination of factors of production". (p. 367) Neste contexto, retornam ao estudo sobre a neutralidade das inovações ao nível macroeconômico, mostrando as semelhanças e diferenças das classificações de Hicks e Harrod, assim como as dificuldades analíticas envolvidas no tratamento do progresso técnico como variável exógena.

Em seguida, Hahn e Matthews abandonam a hipótese da exogeneidade e passam a examinar as inovações como resultantes da acumulação de capital: "Technical progress increases the productivity of machines built in any period compared with machines built in the previous period, but it does not increase the productivity of machines already in existence. Technical progress is 'embodied' in new machines. Machines inalterably embody the technology of their date of construction. Machines built at different dates (machines of different 'vintages') are therefore qualitatively dissimilar, and cannot in the general

case be aggregated into a single measure of capital. A separate production function is needed for each vintage. Total output is the sum of output from all the vintages in use". (p. 379)

Conforme eles advertem, a abordagem descrita na citação acima não é necessariamente incompatível com a hipótese da exogeneidade, desde que se admita que a modernização não afete toda a economia mas esteja restrita apenas às máquinas recém-construídas. Entretanto, a idéia de "safras tecnológicas" introduz duas considerações importantes: (a) A vida útil dos equipamentos é limitada por razões econômicas e não pelo desgaste físico; e (b) Após cada decisão de investimento reduz-se o leque de possibilidades de substituição entre capital e mão-de-obra.

Tendo em conta esse novo conjunto de limitações, Hahn e Matthews discutem a evolução dos salários e dos lucros, supondo que a economia esteja seguindo uma trajetória de crescimento equilibrado de longo prazo e que o progresso técnico seja neutro no sentido de Harrod, isto é, que mantenha constante a relação capital/produto. Além de indicar as condições sob as quais o equilíbrio de longo prazo seria alcançado, apresentam também um resumo dos estudos que procuram introduzir a noção de "safras tecnológicas" em modelos macroeconômicos baseados em funções de produção do tipo Cobb-Douglas, e os compara com outras abordagens menos ortodoxas, como a "Função de Progresso Técnico" do modelo Kaldor-Mirrlees. (p. 1961)

Um tratamento similar é dado à questão do aprendizado, algo que, à primeira vista, escaparia ao escopo de teoria neoclássica. "The view of technical progress as a learning process is part of the general move away from the crude notion of economic decision making as a process in which the entrepreneur instantly perceives and adopts the best line of action in any given situation. Instead he is seen as perpetually groping in a mist of uncertainty, gradually and imperfectly learning his way on the basis of experience accruing to him". (Hahn e Matthews, 1964, p. 389). Este tema contém elementos cuja elaboração poderia encaixar o desenvolvimento da teoria em direção à área delimitada

pela resenha de Nelson. Como observam Hahn e Matthews, o processo de aprendizado amplia as possibilidades de exploração do acervo de técnicas disponíveis, afeta o ritmo de difusão das inovações, é um indicador do grau de amadurecimento de certas indústrias, gera diferenças de desempenho intra-retorial, etc. No entanto, como problema teórico, o processo de aprendizado deve ser reduzido à sua dimensão fundamental: a de alterar a produtividade da mão-de-obra, e, por conseguinte, as remunerações relativas dos fatores de produção, as expectativas dos agentes econômicos, a trajetória de crescimento do sistema e suas condições de estabilidade.

O marco teórico apresentado nos textos de Blaug e de Hahn e Matthews comporta inúmeros exercícios econométricos, cujos resultados foram discutidos exaustivamente por Kennedy e Thirlwall (1972). Procurando rever de forma abrangente as linhas de pesquisa aplicada desenvolvidas nessa área pelas universidades americanas e inglesas nos 50 e 60, Kennedy e Thirlwall dividiram a literatura em dois grandes grupos. O primeiro compreende os estudos macroeconômicos que visaram quantificar os efeitos do progresso técnico sobre o processo de crescimento, e o segundo engloba os trabalhos sobre a mudança tecnológica em si mesma, ao nível de firma e/ou de ramos industriais.

Esta divisão corresponde também a duas avaliações distintas da produção acadêmica. Quanto às pesquisas incluídas no primeiro grupo, Kennedy e Thirlwall mostram que, por um lado, motivaram infindáveis polêmicas em torno a dificuldades de natureza econométrica, como a escolha de índices para medir o crescimento agregado de produtividades, a separação entre efeitos advindos de inovações e aqueles provocados pelo crescimento heterogêneo dos diversos segmentos da economia, a especificação do formato das funções de produção, problemas de identificação de variáveis, erros de agregação, etc; e, por outro, a validade de todo esse esforço de mensuração foi posta sob suspeita através da controvérsia de Cambridge.

Não obstante a desproporção entre o investimento intelectual realizado e o saldo precário de conhecimento produzido, os estudos macroeconômicos sobre os efeitos do progresso técnico desenvolveram-se sob o amparo de fundamentos teóricos bem definidos e estruturados. Competia ao trabalho empírico ilustrar, testar, ampliar em certas direções, restringir em outras, as posições da teoria; enquanto que a esta cabia fornecer os instrumentos analíticos para interpretar as evidências encontradas, os critérios de coerência para a condução da pesquisa aplicada, a delimitação das áreas a serem investigadas, e os temas a serem elucidados. Tal articulação entre teoria e pesquisa era, em grande medida, inexistente na segunda parte da literatura resenhada por Kennedy e Thirlwall. Em lugar do exercício simultâneo de elaboração teórica e verificação empírica que marcava as pesquisas do primeiro grupo, os estudos sobre o processo de mudança tecnológica consistiam em tentativas relativamente dispersas de documentar algumas facetas do intenso dinamismo que se caracterizou o crescimento das economias industrializadas a partir da 2a. guerra mundial.

As resenhas de Davies (1979) e de Kamien e Schwartz (1975), discutem em maior detalhe as razões da fragilidade analítica do segundo grupo de trabalhos. Mas, antes de examiná-las, é conveniente fazer um comentário sobre a classificação proposta por Kennedy e Thirlwall. Desde o início dos anos 60, diversos autores, como Rosenberg, Schmookler e outros, passaram a expressar suas críticas às abordagens então dominantes na literatura através desse mesmo tipo de classificação. O argumento básico era o de que, conferindo propriedade à análise dos efeitos da mudança tecnológica, a teoria econômica contemporânea havia relegado a um plano secundário o estudo sobre a organização do processo de produção, bem como sobre os fatores determinantes de sua evolução. Por isso, o poder explicativo dos instrumentos analíticos disponíveis era forçosamente limitado, posto que omitiam justamente a parcela mais relevante do tema. Como disse Rosenberg (1976), "It would appear that we have indeed been playing Hamlet without the Prince". (p.9) Ou, como observou Schmookler (1972), "Since economic growth is

caused to a large extent by changes in variables with respect to which our existing theory is silent, that theory cannot be expected to yield an adequate theory of growth without substantial emendation. What we shall probably need in the end (...) is a theory which explains what our existing theory takes as given". (p. 65)

Entretanto, conforme procuramos apontar anteriormente, ao comentar as resenhas de Blaug e de Hahn e Matthews, o tema prioritário da teoria econômica não era exatamente o de analisar efeitos genéricos do progresso técnico, e sim um tipo particular de efeitos: mudanças na distribuição de rendas. As justificativas para a escolha dessa prioridade foram formuladas pela primeira vez, como se sabe, por David Ricardo. Na verdade, o capítulo "On Machinery", consiste numa demonstração brilhante e sintética de que o economista é obrigado a estudar a mudança de técnicas precisamente porque esse fenômeno exerce influências importantes "sobre os interesses das diferentes classes sociais". Aquele capítulo pode ser visto também como uma proposta para um programa de pesquisas futuras nesta matéria, que teria como objeto central a construção de categorias capazes de enquadrar os diferentes aspectos do progresso técnico sob a ótica dos impactos redistributivos.

Através da transformação da proposta ricardiana em paradigma, foi possível à ciência econômica, em primeiro lugar, estabelecer critérios de generalização, como, por exemplo, o de classificar as inovações segundo o viés poupador de fatores e não segundo qualquer outro aspecto; em segundo lugar, identificar os "fatos" relevantes à reflexão teórica, em contraposição àqueles cujo estudo seria da competência de outras disciplinas; em terceiro lugar, conferir legitimidade a certos procedimentos indispensáveis à simplificação do trabalho analítico como, por exemplo, o de supor um ritmo estável de inovações.

Marx, um dos primeiros autores a dar prosseguimento ao trabalho de elaboração da proposta ricardiana, acrescentou todavia um outro tipo de argumento para fundamentar seu interesse pelo progresso técnico: o de ser um fenômeno através do qual seria gerada uma base técnica adequada à operação do capitalismo industrial. Ao estudar o desenvolvimento da maquinaria durante o primeiro período da revolução industrial, ele chamou a atenção para o fato de que: "As inventions increased in number, and the demand for newly discovered machines grew larger, machine-making industry split up, more and more, into numerous independent branches, and division of labour in these manufactures was more and more developed. Here, then we see in Manufacture the immediate technical foundation of Modern Industry. Manufacture produced the machinery, by means of which Modern Industry abolished the handicraft and manufacturing systems in those spheres of production that it first seized upon. The factory system was therefore raised, in the natural course of things, on an inadequate foundation, when the system attained to a certain degree of development, it had to root up this ready-made foundation, which in the meantime had been elaborated on the old lines, and to build up for itself a basis that should correspond to its methods of production". (1977, p. 361)

Esse processo foi mais tarde denominado por Schumpeter de "destruição criadora", referindo-se às sucessivas "mutações industriais" ocorridas nos últimos dois séculos da história do capitalismo, cujo papel é o de permitir que o sistema se livre periodicamente de certos atributos que foram úteis à sua expansão no passado e se tornaram em entraves às suas necessidades do presente. A "destruição criadora" manifesta-se por meio de uma onda de inovações cuja difusão leva o sistema econômico a reordenar gradativamente seu modus operandi, abrindo novos mercados, estabelecendo novas estratégias de concorrência, ampliando as oportunidades de emprego para certas categorias profissionais, estimulando o desenvolvimento de novos tipos de especialização, redefinindo hierarquias no processo de

trabalho, modificando padrões de comércio internacional, requerendo novas formas de intervenção do Estado na economia, etc. A utilidade primordial do conceito de Progresso Técnico consiste portanto em auxiliar a análise das transformações de longo prazo do modo de produção capitalista. Ao contrário do paradigma ricardiano, a reflexão teórica não começa na Teoria da Distribuição, mas na Teoria da Concorrência. Os diversos corolários que decorrem dessa mudança de perspectiva serão discutidos ao longo do presente trabalho, como, por exemplo, os critérios gerais que informam a classificação de inovações: Ao invés de distingui-las segundo o viés poupador utilizador em direção ao capital ou à mão-de-obra, interessa em primeiro lugar identificar as que terão um impacto "destruidor" sobre a organização atual do sistema produtivo (inovações primárias) e as que se destinam a melhorar as estruturas vigentes (inovações secundárias).

As idéias referidas nos dois últimos parágrafos permaneceram até a década de 70 praticamente no mesmo estágio inicial de formalização em que foram enunciadas por Marx e Schumpeter e, por conseguinte, não chegaram a constituir de fato um paradigma alternativo à proposta ricardiana. Contudo, certas proposições isoladas de Schumpeter inspiraram inúmeras pesquisas, conforme relatam Kamien e Schwartz.

O estudo empírico sobre as eventuais relações existentes entre esforço de pesquisa e ritmo de inovações compreende a superação de várias dificuldades práticas. Em primeiro lugar, é preciso especificar as variáveis: o esforço de pesquisa pode ser medido através de indicadores relativamente simples, como volume de gastos, nº de pesquisadores, qualificação das equipes, etc.; enquanto que o ritmo das inovações requer medidas mais indiretas, como patentes registradas, vendas de novos produtos, descobertas importantes, etc. Em segundo lugar, é preciso definir o âmbito em que a relação será descrita: através de estudos de casos, de comparação entre firmas de um mesmo ramo, entre firmas detamanhos similares, entre setores, entre países; com base em

"cross-sections" e/ou séries temporais, etc. Em terceiro lugar, é preciso selecionar as demais variáveis a serem incluídas na análise (bem como seus respectivos indicadores): graus de concentração industrial, economias de escala, diversificação e integração vertical de empresas, expectativas de lucro, taxas de crescimento das firmas, dos setores, dos países, etc. Finalmente, é preciso identificar as relações de causalidade entre estas variáveis e as duas primeiras.

A resenha de Kamien e Schwartz mostra que, oscilando de acordo com a disponibilidade de dados, a sofisticação econométrica de cada estudo, e a imaginação do autor, as pesquisas nessa área produziram um acervo heterogêneo de evidências e sugestões sobre as características do progresso tecnológico em economias industrializadas. Por um lado, vários trabalhos procuram testar certas observações de Schumpeter, Galbraith e outros; quanto ao dinamismo tecnológico das grandes empresas. Estes testes consistiam em tomar o grau de concentração industrial ou o tamanho das firmas como variáveis explicativas dos investimentos em pesquisa ou do ritmo inovativo, ou então em verificar a existência de economias de escala nas atividades de pesquisa e desenvolvimento. Além de alimentar polêmicas e a realização de novas pesquisas, tais exercícios comprovaram apenas que frequentemente as grandes empresas não lideram o desenvolvimento tecnológico, assim como a concorrência oligopolista nem sempre estimula o ritmo das inovações, e que "there generally appear to be economies of scale in the innovation production function up to a modest size, with further scale economies in transformation of RD effort into innovation output (quantity and quality) being exceptional". (Kamien e Schwartz, 1975, p.11) Por outro lado, ora analisando as razões do sucesso de algumas inovações e do fracasso de outras, ora tratando os investimentos em pesquisa como decisões subordinadas às estratégias de defesa de posições de mercado, ora associando a teoria do ciclo do produto à noção de que as condições de concorrência se alteram à medida em que avança a difusão de determinadas inovações, ora, como na fascinante monografia de Almarin Phillips

(1971) sobre a história da indústria aeronáutica, mostrando as peculiaridades da relação entre progresso da ciência e a exploração de oportunidades tecnológicas, os demais trabalhos nessa área ampliaram a descrição sobre a variedade de formas que assume o desenvolvimento das forças produtivas no capitalismo industrial, sem entretanto, estabelecer consenso no terreno teórico.

O caráter exploratório e a incapacidade de generalizar os resultados empíricos marcaram também os estudos sobre difusão de inovações, conforme relata Stephen Davies. As idéias pioneiras neste tema são devidas a Mansfield (1961), que procurou explicar a velocidade de difusão a partir das seguintes variáveis: (a) O número de empresas que já adotaram a inovação; (b) A lucratividade esperada com o uso da nova técnica; e (c) Os investimentos em capital fixo requeridos pela inovação. Sua proposição básica é a de que o ritmo de adoção seria uma função crescente das duas primeiras variáveis e decrescente da terceira. Nos trabalhos de Griliches (1960), outro autor influente, as características da inovação também constituem o principal determinante do processo de difusão. Esta abordagem permite descrever a evolução do processo através de uma curva logística, cujo formato específico varia de acordo com cada inovação mas não fornece elementos para se entender porque certas empresas inovam mais rapidamente do que outras, bem como as origens das disparidades inter-setoriais do processo de difusão.

A onda de inovações do pós-guerra forneceu material suficiente para diversos testes das hipóteses de Mansfield e Griliches, ao lado de outros tipos de experimentos. Um dos projetos mais ambiciosos nessa área foi o programa de pesquisas iniciado em 1967 pelo National Institute of Economic and Social Research, de Londres, em colaboração com outras instituições de pesquisa de mais cinco países industrializados cujo relatório final foi publicado em 1974 (Nabseth e Ray, 1974). O trabalho foi conduzido em duas etapas. Na primeira, encerrada em

em 1969, foram selecionadas 10 inovações surgidas nas décadas anteriores e procurou-se estimar o grau de difusão alcançado por essas técnicas até 1968 em seis países. Na segunda, com base em oito estudos de caso procurou-se identificar os fatores responsáveis pelos diferentes padrões de difusão encontrados na etapa anterior. A despeito do objetivo comum, os estudos de caso diferiram entre si não apenas quanto às metodologias empregadas, mas também quanto à escolha das variáveis explicativas e das hipóteses a serem testadas. Isto não impediu que o projeto tenha se transformado numa contribuição importante ao conhecimento da história recente da tecnologia nos países da O.E.C.D., qualificando e relativizando a influência de certos aspectos associados ao processo de difusão de inovações, como as diferenças institucionais e de ritmos de crescimento econômico entre os países, o papel da estrutura de preços e da disponibilidade relativa dos insumos utilizados pela inovação, o acesso às informações relevantes sobre a nova técnica, etc. Contudo, a ausência de uma abordagem uniforme comprova, aparentemente a opinião de Blaug (1963), de que "the problem of the speed with which the new technique is diffused throughout the industry falls outside the domain of the theory of technical change". (p. 107)

O trabalho de Davies distingue-se das resenhas anteriores no sentido de que seu propósito final não é o de avaliar os progressos da literatura e sim o de demonstrar que, ao contrário do julgamento de Blaug, é possível formular teorias abrangentes sobre o processo de difusão de inovações. Procurando superar a principal limitação dos estudos discutidos em sua resenha, Davies desenvolveu um modelo que articula as três dimensões fundamentais do processo de difusão: a natureza do invento, as estratégias de crescimento das firmas, e as características do ramo industrial.

"The model is based on the simple premise that potential adopters of a new innovation will adopt when their assessment of the profitability of adoption is sufficiently

favorable to suggest that the initial outlay required can be recouped within an acceptable time period. Firms will differ, however, in three respects: (a) their ability to acquire and understand the technical information on which this assessment is to be based; (b) their attitudes to risk, and (c) the broad goals to which they aspire. Therefore, even if the profitability of adoption is identical for all firms, one would not expect to observe identical behaviour by those firms. In fact, (our findings) suggest that the profitability of adoption will not be the same for all firms and this constitutes another reason for expecting quite different behaviour between firms in this context. It is suggested that a significant proportion of these differences may be accounted for by differences in the size of firms. A second major assumption concerns the phenomenon of learning by doing by the manufacturers of the innovation. It is argued that this generates a stream of post-invention improvements to the typical innovation which increase the profitability of adoption over time. This, coupled with competitive pressures on non-adopters and improved information resulting from search, will increase the changes of adoption with the passage of time. An important distinction is made between simple (group A) innovations, for which most of the post-invention improvements will be effected relatively quickly, and the more complex and expensive (group B) innovations, for which learning by doing may be sustained and, eventually, more substantial.

"From this simple framework, an expression is derived (...) which suggests that the probability of adoption will vary across firms according to their size. (...) Then, assuming a lognormal firm size distribution, the analysis moves on from this prediction, concerning individual firms, to predictions concerning the behaviour of the industry in aggregate: namely, the industry diffusion curve, which describes the growth in the proportion of firms having adopted the innovation". (p. 87)

O modelo trabalha apenas com o grau de difusão inter-firmas, que indica o percentual de empresas do ramo que adotaram o invento, sem se preocupar com a eventual sobrevivência das técnicas pré-existentes no interior dessas firmas. Além disso, só lida com indústrias consumidoras de inovações produzidas por firmas de outros ramos, em geral, pelos fabricantes de equipamentos. Apesar de tais restrições, Davies obteve resultados uniformes e convincentes ao aplicar seu modelo à análise dos processos de difusão de 22 inovações introduzidas na Inglaterra entre 1935 e 1965.

3. O Retorno à Perspectiva Schumpeteriana

O texto de Davies é representativo da profunda reorientação havida no debate acadêmico durante os anos 70, cujas características mais notáveis foram: (a) O razoável consenso quanto à pobreza analítica dos modelos macroeconômicos inspirados no paradigma ricardiano. (b) A influência crescente das idéias de Schumpeter, agora não mais para justificar hipóteses ad hoc sobre as relações entre estrutura industrial e dinamismo tecnológico, e sim como ponto de partida para elaboração de um marco teórico alternativo⁽¹⁾. (c) O aparecimento da literatura sobre processo de trabalho.

Além de permitir que novos temas - como, por exemplo, aqueles levantados pela resenha de Nelson - passassem a ser reconhecidos como problemas teóricos, essa reorientação criou condições para uma eventual reconciliação entre teoria e história. De fato, a visão de longo prazo que emerge da bibliografia sobre os 200 anos de história do progresso técnico na era do capitalismo industrial é bastante distinta daquela fornecida pela teoria econômica. Enquanto esta esteve envolvida em elaborar e desdobrar a indagação ricardiana, a história econômica, supostamente uma das fontes de inspiração do pensamento abstrato, cuidou de documentar e discutir problemas sobre os quais a contribuição da teoria é escassa ou contraditória.

Utilizando apenas trabalhos amplamente conhecidos, como os de Usher (1954), Clapham (1930), Hobsbawm (1968) e outros a serem citados ao longo do texto este capítulo procura identificar os principais componentes da perspectiva histórica acima referida e discutir o seu significado teórico. Conforme será visto, alguns dos componentes já foram, na verdade, objeto de reflexão teórica, mas, devido à dificuldade de transformá-los em instrumentos operacionais, foram posteriormente abandonados pela teoria. Outros, entretanto, mesmo tendo recebido tratamentos facilmente operacionalizáveis, foram também também descartados, por

(1) Veja-se, por exemplo, R. Nelson e S. Winter (1978) e C. Futia (1980).

que sua inclusão nos modelos analíticos implicaria deslocar radicalmente o centro principal de interesse da teoria e, por conseguinte, redefinir vários de seus instrumentos fundamentais. Por fim, os aspectos da evidência histórica que se transformaram em "fatos estilizados" da teoria adquiriram nesta um poder explicativo bem diferente do que teriam caso a "estilização" não tivesse eliminado algumas das relações básicas existentes entre tais "fatos" e os fenômenos históricos que lhes deram origem.

3.1. O Ritmo das Inovações e os Ciclos de Kondratieff

A característica mais marcante dos últimos 200 anos de história das técnicas é a instabilidade de longo prazo do ritmo das inovações, fenômeno através do qual a base técnica do sistema produtivo é periodicamente reorganizada. Apesar do consenso quanto à sua existência, em virtude da ampla evidência histórica a seu respeito, esta é uma componente do progresso técnico cuja incorporação pela teoria econômica tem sido extremamente difícil. Por motivos que serão discutidos adiante, a principal origem de tais dificuldades está provavelmente na obra de Schumpeter, sem dúvida o economista que mais se dedicou a estudar o problema e autor da única formulação teórica disponível sobre isso.

Como se sabe, o interesse de Schumpeter por este tema foi estimulado em grande parte pelo trabalho de Kondratieff (1935). Com base em dados sobre a Alemanha, Inglaterra, Estados Unidos e a França no período de 1780 a 1920, este economista havia construído várias séries históricas relativas à evolução dos salários, índices de preços, taxas de juros, comércio exterior e produção interna de algumas mercadorias naqueles países, com o objetivo de documentar a existência de movimentos cíclicos de longa duração nas atividades econômicas. Embora sem apresentar uma teoria a respeito, Kondratieff procurou alguns fatores que poderiam estar associados a tais ciclos econômicos, como a ocorrência de guerras e revoluções, a entrada de novos países

na economia mundial, as flutuações na produção de ouro e a mudança de técnicas. Sobre este último fator ele fez o seguinte comentário: "During the recession of the long waves, an especially large number of important discoveries and inventions in the technique of production and communication are made, which, however, are usually applied on a large scale only at the beginning of the next long upswing". (p. 11) Este comentário foi estendido e aprofundado por Schumpeter (1939), transformando-se no elemento central de sua teoria sobre os ciclos de Kondratieff. Segundo ele, cada grande ciclo estaria intimamente ligado ao surgimento de inovações importantes em determinados setores produtivos que, em alguns casos, poderiam mesmo implicar o próprio nascimento de um novo ramo industrial. Tais inovações desempenhariam o papel de criar novos espaços econômicos a serem explorados e ampliados através da difusão e do desenvolvimento de um conjunto de idéias básicas que inicialmente revolucionariam um segmento restrito do sistema econômico e posteriormente seriam modificadas e transferidas para todo o resto da sociedade. Uma vez esgotado o horizonte de aplicações potenciais dessas idéias, o ciclo econômico entraria em sua fase de recessão devido à ausência de novas oportunidades no mercado, que ressurgiriam por ocasião do aparecimento de uma nova onda de mudanças tecnológicas.

Desta maneira, o período que vai de 1780 a 1930 pode ser dividido em três grandes ciclos, cujas durações variam entre 40 e 60 anos. O primeiro ciclo, de 1780 a 1840, é o da Revolução Industrial. Seus símbolos mais destacados são a indústria têxtil de algodão e a máquina a vapor. O segundo, de 1840 a 1890, é o ciclo das estradas de ferro, cuja expansão foi acompanhada pelo desenvolvimento da siderurgia, dos equipamentos pesados e pela completa redefinição dos horizontes da engenharia enquanto atividade econômica. O terceiro ciclo, de 1890 a 1930, se identifica com o surgimento da indústria automobilística e da energia elétrica, dois marcos fundamentais para diferenciar o estilo de vida do século XX em relação ao do século anterior.

Esta interpretação da história das técnicas pode ser também aplicada aos períodos seguintes, embora com um significado analítico um pouco diferente do que foi utilizado por Schumpeter em "Business Cycles". Assim, a II Guerra Mundial teria dado início a um novo ciclo de inovações, com uma fase de prosperidade ao longo das décadas de 50 e 60 e outra de recessão a partir dos anos 70. Neste ciclo, marcado pela eletrônica e pela engenharia química, nasceram novos ramos de atividade, como o aeroespacial, a petroquímica e o processamento de dados, enquanto outros foram rejuvenecidos, como a siderurgia, a farmacêutica, a construção naval, a mecânica e a automobilística. Um novo período de prosperidade, previsível para as próximas décadas, virá provavelmente com a substituição das fontes atuais de energia. O vigor de suas transformações dificilmente poderá ser exagerado, pois implicarão que seja revista a própria concepção contemporânea do sistema industrial, cujas bases foram estabelecidas com o terceiro ciclo de Kondratieff e exploradas ao limite durante o último ciclo.

Embora reconhecendo o valor dessas idéias para uma análise de longo prazo sobre o ritmo das inovações, Kuznets considerou-as insuficientes para formar uma teoria dos ciclos econômicos. Em sua resenha sobre Business Cycles ele comenta: "One cannot well escape the impression that Professor Schumpeter's theoretical model in its present state cannot be linked directly and clearly with statistically observed realities; that the extreme paucity of statistical analysis in the treatise is an inevitable result of the type of theoretical model adopted; and the great reliance upon historical outlines and qualitative discussion is a consequence of the difficulty of devising statistical procedures that would correspond to the theoretical model". (Kuznets, 1940, p. 266) Este tipo de crítica também foi partilhado por outros estudiosos dos ciclos econômicos, e na verdade tanto Schumpeter quanto Kondratieff jamais conseguiram apresentar aos seus críticos evidências empíricas suficientes para comprovar-lhes a existência. (1) Schumpeter, aliás,

(1) Uma resenha atualizada desse debate encontra-se em K. Eklund (1980).

sempre esteve ciente disto, mas acreditava, entretanto, que as dificuldades em encontrar indicadores econômicos adequados para o fenômeno mostravam a necessidade de se aprofundar a pesquisa empírica nesta área, ao invés de constituir um motivo para o abandono de sua teoria, conforme se pode notar neste trecho: "It may be suggested that not a single one of the "systematic" series above spoken of represents adequately what it is meant to represent. And in no case is our historical or contemporaneous information adequate to account quantitatively for the fluctuations of the systematic series. It is only one side of the problem that this makes convincing verification of the result of any analysis impossible, and that all we can do at present is to say that the testimony of such facts as we have is compatible or incompatible with it". (Schumpeter, 1935, p. 9).

No entanto, os estudos empíricos posteriores, apesar de não confirmarem as expectativas de Schumpeter, permitiram esclarecer não apenas os equívocos, como também o que havia de correto em suas idéias. A principal crítica que hoje pode ser feita ao seu modelo refere-se à associação indevida entre ciclos tecnológicos e ciclos econômicos. Ao longo de sua obra, Schumpeter frequentemente tratou os dois tipos de ciclos como manifestações de um único fenômeno, tornando-se difícil, por isso, encontrar evidências empíricas compatíveis com a formulação inicial de sua teoria. Enquanto referido estritamente ao plano tecnológico, este modelo nos ensina que o progresso técnico no capitalismo não se reduz apenas à automação crescente das atividades produtivas ou à aproximação paulatina entre as fronteiras da ciência e da tecnologia, mas consiste, sobretudo, num mecanismo de reorganização periódica do processo de produção segundo novos princípios. Este mecanismo conforme o próprio Schumpeter (1976) esclareceu mais tarde, ao enunciar a noção de Destruição Criadora, funciona como um processo de mutação industrial, "that incessantly revolutionises the economic structure from within, incessantly destroying the old one, incessantly creating a new one". (grifos no original, p. 83). Cabe desta-

car que, se entendida como uma teoria sobre ciclos tecnológicos de longo prazo, esta visão do progresso técnico foi não só amplamente comprovada pela evidência histórica como também forneceu instrumentos analíticos importantes para se tratar o material empírico relativo à história das técnicas. Uma das suas contribuições neste sentido é a distinção entre inovações que rompem com os paradimas estabelecidos e as que são simples desdobramentos do padrão tecnológico em vigor, como foi sugerido no capítulo anterior.

A passagem de um ciclo tecnológico para outro provoca, sem dúvida, transformações de grande vulto na vida econômica. Todavia, estabelecer uma relação analítica entre os dois fenômenos não é tarefa simples, devido à falta de sincronia existente entre eles, observável no próprio fato de que os ciclos econômicos podem ser datados com relativa precisão através de indicadores estatísticos, mas o mesmo não pode ser feito com os ciclos tecnológicos. Tanto a escolha de indicadores para o ritmo das inovações a nível macroeconômico como a própria identificação do momento inicial de determinados processos de mudança frequentemente são problemáticas. Conforme argumentou Rosenberg (1976), "To date the invention of the fluorescent lamp in 1959, the gyro-compass in 1852, the cotton picker in 1889, the zipper in 1891, radar in 1922, the jet engine in 1929 or xerography in 1937 is to select years in which significant steps forward were indeed made. But in none of these years was the product concerned even remotely near a state of technical feasibility (...). One might just as well state that the electric light bulb was invented in 1802 by Humphrey Davy when he first demonstrated electrically induced incandescence. For in none of these cases does the year in question coincide with the availability of a new product or process". (p. 71)

Os problemas com a determinação de uma cronologia precisa das inovações são cruciais para se estabelecer o sentido dos vínculos existentes entre os dois tipos de ciclos, como,

por exemplo, o de que as inovações primárias devem surgir em períodos de recuperação das atividades econômicas, enquanto que as inovações secundárias seriam típicas das fases de auge do ciclo. Estas dificuldades podem ser contornadas tomando-se como marco de referência para o início do processo de mudança o momento a partir do qual as inovações começam a produzir efeitos sobre o sistema econômico. Mas, como o período de maturação das inovações é indeterminado, esse procedimento implica abandonar a tentativa de formular uma teoria dos ciclos econômicos com base na mudança de técnicas.

Devido às deficiências de modelo schumpeteriano acima apontados, a teoria econômica passou a ignorar o caráter cíclico do progresso técnico, tratando-o como um resultado natural do desenvolvimento do capitalismo que ora aparece como uma variável exôgena crescendo a uma taxa constante, ora como produto inevitável da acumulação de capital. A adoção deste tipo de abordagem teve, contudo, consequências que não são desprezíveis, posto que, com isso, o pensamento teórico deixou de lado a discussão sobre a principal fonte de rejuvenescimento periódico do sistema capitalista.

3.2. A Geração de Desequilíbrios na Base Técnica do Sistema Produtivo.

A análise dos efeitos em cadeia provocados pelo surgimento de determinadas inovações é um dos debates obrigatórios nos estudos sobre a Revolução Industrial. Conforme lembrou Marx (1977), "A radical change in the mode of production in one sphere of industry involves a similar change in other spheres. This happens at first in such branches of industry as are connected together by being separate phases of a process, and yet are isolated by the social division of labour, in such a way that each of them produces an independent commodity. Thus, spinning by machinery made weaving by machinery a necessity, and both together made the mechanical and chemical revolution

that took place in bleaching, printing and dyeing, imperative. So too, on the other hand, the revolution in cotton-spinning called forth the invention of the gin, for separating the seeds from the cotton fibres; it was only by means of this invention that the production of cotton became possible on the enormous scale at present required. But more specially, the revolution in the modes of production of industry and agriculture made necessary a revolution in the general conditions of the social process of production, i.e., in the means of communication and transport". (p. 362)

O desenvolvimento da indústria têxtil e da siderurgia no século XIX são dois exemplos clássicos para ilustrar os mecanismos de propagação do progresso técnico. No primeiro caso, como foi visto na citação anterior, as transformações ocorridas numa etapa de produção criavam pontos de estrangulamento nas etapas subsequentes, ao mesmo tempo em que indicavam o sentido das mudanças ali requeridas. Desta maneira, o desenvolvimento da base técnica da produção resultava de um processo constante de geração e superação de desequilíbrios internos. Por outro lado, o exemplo da siderurgia demonstra que o ritmo desse processo não é necessariamente intenso, posto que a introdução de determinadas inovações pode depender da solução de problemas técnicos e/ou econômicos cuja complexidade é incompatível com os limites impostos pelo nível de desenvolvimento das forças produtivas da época. Desde 1856, quando Henry Bessemer patenteou seu processo de conversão de ferro-gusa em aço, sabia-se que a eficiência desta técnica seria muito superior caso a conversão fosse feita através da injeção de oxigênio puro no alto-forno, ao invés de ar. No entanto, só em meados do século XX tornou-se possível construir equipamentos adequados a esta finalidade e dispor de oxigênio puro em quantidades comerciais e a preços acessíveis. (1) Estas questões foram sintetizadas por Kuznets (1929) nos seguintes termos: "Technically a branch of production

(1) Cf. J. Meyer e G. Harregat, "The Basic Oxygen Steel Process", in L. Nabseth e G. Ray (1979) p. 147.

is a series of separate operations that lead in an invariable sequence from the raw material to the finished product. Once an important process in this chain is revolutionised by an invention, a pressure is exercised upon the other links of the chain to become more efficient. Any disparity in performance at the different stages precludes a full exploitation of the innovation just made. Many important inventions have come in response to this pressure. It may take a long while before the necessary improvements are made, but the initial invention itself paves the way by standardising the product at the state at which it is delivered for further working over, and indicates the mechanical mould into which the raw material is to be cast. And this standardisation facilitates further technical progress". (p. 548)

Como fonte de estímulos à introdução de inovações, os desequilíbrios da base técnica do sistema produtivo exercem pressões de natureza semelhante às que são derivadas da escassez relativa de mão-de-obra. Mas, do ponto de vista da teoria econômica, apenas o segundo tipo de pressões aparece como tema relevante por dois motivos já apontados antes: a ênfase sobre os efeitos distributivos do progresso técnico e a negligência em relação à instabilidade do ritmo das inovações. Neste caso, entretanto, ao contrário do que ocorreu com os ciclos de Kondratieff, não se aplica o argumento de que as tentativas de incluir tais elementos no corpo da teoria tenham sido incorretas ou deficientes. A formulação apresentada a seguir, proposta originalmente por Downie (1958), cumpre os requisitos usuais dos cânones acadêmicos quanto à simplicidade, consistência interna e facilidade de comprovação empírica. Contudo, talvez por ter levantado questões excessivamente incômodas à visão estabelecida, o modelo de Downie foi ignorado até mesmo pelas resenhas comentadas no capítulo 2.

Um ponto importante a ser considerado na sequência de transformações descrita por Kuznets é o de que, embora a unidade de análise seja o ramo de produção, as decisões quan-

to a mudança de técnicas são tomadas ao nível da firma. É razoável admitir, portanto, como faz Downie (1958), que "... the next advance in technique will be made by some other firm than the one which, by means of the last advance, made itself into the most efficient in the industry". (p. 92) Desta maneira, o desenvolvimento da base técnica compreende desequilíbrios não apenas no plano setorial, mas também ao nível das unidades produtivas, que se manifestam através da heterogeneidade de desempenhos entre as empresas que operam num mesmo ramo. Para examinar o comportamento dos fatores responsáveis pela dispersão dos níveis de eficiência no interior de um setor, Downie construiu um modelo que procura mostrar como o processo de crescimento provoca, de uma lado, tendências no sentido da concentração industrial e, de outro, gera mecanismos capazes de neutralizá-las.

Os dois principais conceitos utilizados no modelo são os de setor e de eficiência da firma, ambos definidos segundo critérios que permitam não só explicitar a natureza dos mecanismos que influenciam o processo de crescimento como também facilitar a verificação empírica. O setor é considerado exclusivamente sob a ótica das condições de produção: "a group of firms whose techniques are sufficiently alike for it to make sense to conceive of one as being able to do the business of another" (p. 31). Já o conceito de eficiência não é tão simples de ser estabelecido, devido à heterogeneidade dos insumos e das linhas de produtos das empresas, bem como à variedade das técnicas produtivas postas em prática em cada momento do tempo. Após discutir extensivamente as dificuldades teóricas e empíricas subjacentes ao conceito, Downie propõe o seguinte índice para medir a eficiência da firma:

$$E = \frac{V + \bar{r}K}{S} \quad (1)$$

onde:

$$S = \sum_{i=1}^n P_i \cdot q_i \quad (P_i = \text{preços; } q_i = \text{quantidades})$$

é o valor da produção

V = custo dos insumos correntes, mais depreciação do estoque de capital;

$\bar{r}K$ = custo da utilização do capital (\bar{r} = taxa de lucro média do setor; e

K = valor do estoque de capital da empresa).

Separando os termos da equação (1), pode-se notar que:

$$E = \frac{V}{S} + \frac{\bar{r}K}{S} = \frac{V}{S} + \bar{r} \beta \quad (2)$$

onde:

$\beta = \frac{K}{S}$ é a relação capital/produto

Vale dizer, de acordo com o índice proposto, a eficiência da firma não é necessariamente idêntica à sua lucratividade. Como o valor da relação capital/produto é um dos componentes do índice - ver equação (2) - a identidade só seria válida na hipótese de que o valor de β seja o mesmo para todas as empresas. Downie esclarece este ponto com um exemplo: "Suppose that (two) firms are earning rates of profit on capital above the average for the industry, firm A earning 20% and firm B 15%, while the average for the industry is 10%, B will nevertheless be of greater efficiency than A (have a lower value for E) if its capital/output ratio is more than twice that of A. Conversely, if both are earning less than the average

rate of profit, the one with the lower rate of profit may nevertheless be the more efficient if its capital/output ratio falls sufficiently below that of its rival". (p. 31) Além disso, como o valor do índice é influenciado pelos preços das mercadorias (produtos e insumos), a eficiência compreende não só o desempenho "técnico" como também a habilidade da firma na condução de sua política de preços. Este aspecto não é casual no modelo, mas corresponde ao propósito de incluir a tecnologia no rol dos instrumentos disponíveis à empresa para formular sua estratégia de crescimento.

Dado que o potencial de crescimento das firmas mais eficientes é, pelo menos em princípio, superior ao das demais, é de esperar que a evolução da indústria seja acompanhada por uma tendência à concentração do capital, reduzindo desta forma o grau de dispersão dos índices de eficiência do setor. Este processo Downie chamou de mecanismo de transferência, isto é, aquele pelo qual as parcelas de mercado das firmas menos eficientes são "transferidas" às mais eficientes. Assim, quanto maior for o grau de dispersão dos índices de eficiência, observável num instante qualquer da história do setor, mais amplo será o horizonte de possibilidades abertas à operação do mecanismo de transferência. Entretanto, a hierarquia de eficiências não permanece constante ao longo do tempo, posto que reflete não somente os resultados obtidos pelas empresas do ramo a partir de diferentes estratégias de expansão. Por conseguinte, o sucesso alcançado por uma determinada política de crescimento durante um dado período pode não se repetir nas etapas seguintes, devido a mudanças não percebidas no mercado, ou avaliadas incorretamente pela empresa bem-sucedida no período inicial.

Outra forma possível de se alterar a escala de desempenho é a introdução de inovações que, segundo Downie, consiste na principal força contrabalançadora do mecanismo de transferência: mesmo quando a inovação é realizada por uma empresa líder, a consequência imediata para o setor é a elevação do grau de dispersão de eficiências, que poderá ser reduzido posterior-

mente, quer através do mecanismo de transferência, quer através da adoção da nova técnica por parte dos demais concorrentes. Desta maneira, o processo de crescimento e mudança dos parâmetros estruturais do setor resulta da interação constante dos dois mecanismos acima descritos, o inovativo e o de transferência. Como Downie resumiu, "Progress... consists in the creation of cost dispersion, and it is the tendency of cost dispersion to be eliminated which generates progress". (p. 95)

Ao lado de fornecer um marco teórico para a análise do desenvolvimento desequilibrado das forças produtivas do capitalismo industrial, o modelo de Downie sugere uma linha de reflexão através da qual torna-se possível dar continuidade às abordagens de Marx e Schumpeter. Sua proposta consiste em mostrar que o tema central para o estudo do progresso técnico são as relações existentes entre a base técnica da produção e as estratégias de crescimento em vigor nos diversos setores da economia. Em outras palavras, para usar a terminologia do modelo, trata-se de entender como funcionam em cada caso concreto as interações dos mecanismos inovativos e de transferência. Esta sugestão comporta dois tipos de desdobramentos: de um lado, o papel desempenhado pelas inovações como instrumentos da política de expansão da empresa é determinado em grande medida pelos tipos de atividade através das quais a mudança de técnicas é introduzida em cada estrutura industrial; de outro, dentre os efeitos de longo prazo do progresso técnico se incluem os de criar novas formas de competição e de redefinir os limites de eficácia das já existentes. Estes tópicos serão discutidos nas duas próximas seções.

3.3. As Formas de Incorporação de Progresso Técnico

A terceira contribuição importante fornecida pela História Econômica é a de esclarecer a natureza dos vínculos existentes entre o progresso técnico e a organização do sistema produtivo no capitalismo industrial. O ponto de partida para a análise dessas relações consiste em identificar as formas dominantes de incorporação de inovações em cada momento histórico. Os diferentes estilos de absorção de tecnologia não só estão

associados a formas específicas de organização do processo de trabalho como também determinam o poder de comando que pode ser exercido ao nível da firma sobre a variável tecnológica, no sentido de utilizá-la eficazmente como um instrumento de competição. Assim, a história das técnicas a partir de 1780 pode ser vista como um relato parcial da cronologia de mutações industriais de que falava Schumpeter, posto que descreve a sequência de mecanismos de mudanças utilizados sucessivamente em cada um dos ramos industriais que foram surgindo ao longo dos dois últimos séculos.

O período compreendido entre 1780 e meados do século XIX é frequentemente caracterizado como a época da prevalência do conhecimento prático sobre o científico conforme pode ser percebido nesta passagem de Hobsbawm (1968): "the early Industrial Revolution was technically rather primitive not because no better science and technology was available, or because men took no interest in it or could not be persuaded to use it. It was simply because, by and large, the application of simple ideas and devices, often of ideas available for centuries, often by no means expensive, could produce striking results. The novelty lay not in the innovations, but in the readiness of practical men to put their minds to using the science and technology which had long been available and within reach; and in the wide market which lay open to goods as prices and costs fell rapidly. It lay not in the flowering of individual inventive genius, but in the practical situation which turned men's thought to soluble problems". (p. 60)

Os dois aspectos principais a serem considerados no estudo do progresso técnico deste período são os de que, de um lado, tratava-se de mecanizar o processo de trabalho e, de outro, o centro gerador de novos conhecimentos que permitiriam avançar a mecanização estava basicamente restrito às atividades produtivas diretas. Assim, a continuação do processo de mudança dependia da solução de dois tipos de problemas: em primeiro lugar, como substituir o trabalho manual por máquinas e, uma vez

identificadas as possibilidades de substituição, como construir as máquinas. A partir do momento em que a produção de equipamentos se transformou numa atividade especializada e independente da produção de bens de consumo, não só o ritmo das inovações tornou-se mais intenso, por motivos apontados adiante, como também o poder de comando sobre o curso do progresso técnico foi transferido dos usuários de máquinas para os fabricantes de bens de capital. Com isso, a introdução de inovações no setor de bens de consumo deixou de ser um instrumento de competição de uso exclusivo do inovador, posto que qualquer um de seus concorrentes estaria imediatamente habilitado a repetir o procedimento, ou seja, comprar novas máquinas disponíveis no mercado. Resumindo, a forma dominante de progresso técnico neste período consistia na introdução de inovações mecânicas, incorporadas na produção de equipamentos, e de livre acesso a qualquer empresário. Cabe notar, entretanto, que o único setor onde rapidamente surgiram barreiras à entrada de caráter tecnológico foi justamente o de bens de capital, porque ali a manutenção de parcelas de mercado estava diretamente relacionada com a qualidade da linha de produtos da empresa.

O ensaio de Rosenberg (1976) sobre a formação da indústria de máquinas-ferramenta nos Estados Unidos durante o século XIX contém algumas idéias que são particularmente úteis à discussão dos tópicos mencionados no parágrafo anterior. Rosenberg procurou destacar a importância do papel desempenhado pelo setor de bens de capital como centro de convergência tecnológica do sistema industrial, cuja influência é paulatinamente ampliada à medida que avança o processo de diversificação da produção no setor. A idéia de convergência compreende a consideração de três características peculiares ao ramo de bens de capital: (a) todos os demais setores industriais são consumidores diretos de seus produtos; (b) não obstante a extrema variedade de bens produzidos em cada empresa, os problemas técnicos envolvidos na fabricação de diferentes tipos de equipamentos mecânicos são relativamente semelhantes (por isso, os conhecimentos adquiridos na construção de uma nova máquina qua

se sempre podem ser transferidos às demais) ; e (c) as oportunidades de diversificação do setor são determinadas não só pelo crescimento quantitativo dos demais ramos como também pelo potencial de absorção de novas técnicas por parte dos consumidores de equipamentos.

Utilizando como exemplos a evolução das indústrias de armas, máquinas de costura, bicicletas e automóveis, Rosenberg descreve a idéia de centro de convergência como um processo seqüencial de acumulação e difusão de conhecimentos por parte da indústria de equipamentos. O processo tem início no instante em que uma firma qualquer identifica uma determinada possibilidade de mecanização e solicita o apoio de um fabricante de equipamentos para resolver o seu problema. Uma vez construída a máquina que atende às necessidades do cliente, passa a ser do interesse do fabricante que outras firmas adotem a inovação. Com isso, a difusão da nova técnica torna-se muito mais rápida do que seria caso o problema tivesse sido resolvido exclusivamente pelo usuário do equipamento. Como o setor de bens de capital atende simultaneamente a várias indústrias, versões modificadas de uma inovação bem-sucedida podem ser aplicadas a diferentes tipos de máquinas, ampliando-se desta maneira o campo de utilização dos novos conhecimentos. Como centro de convergência, o aprendizado resultante da atividade de construir equipamentos mecânicos cumpriu, portanto, um duplo papel durante o século XIX: de um lado, funcionou como principal veículo de transmissão de progresso técnico do sistema econômico e, de outro, como instrumento regulador desse processo, posto que o ritmo das inovações estava estreitamente associado às estratégias de crescimento das firmas produtoras de máquinas.

No entanto, a partir de 1850 o quadro descrito nos parágrafos anteriores começou a se modificar sensivelmente. Parece existir certo consenso entre os historiadores de que a origem das transformações está ligada à importância crescente

das atividades científicas. As duas citações seguintes são bastante representativas nesse sentido. Para Landes (1969), "behind this kaleidoscope of change - sometimes market by brilliant bursts, sometimes tedious in its complex fragmentation, always bewildering in its variety - one general trend is manifest: the ever-closer marriage of science and technology. We have already had occasion to observe the essential independence of these two activities during the Industrial Revolution: and to note that such stimulus and inspiration as did cross the gap went technology toward science rather than the other way. Beginning in the middle of the nineteenth century, however, a close alliance develops; and if technology continued to pose fruitful problems for scientific research, the autonomous flow of scientific discovery fed a widening stream of new techniques". (p. 323) Segundo Hobsbawm (1968), "the major advances of the second half of the nineteenth century were (...) essentially scientific; that is to say they required at the very last some knowledge of recent developments in pure science for original inventions, a far more consistent process, and an increasingly close and continuous link between industrialists, technologists and professional scientists and scientific institutions". (p. 173) Nos termos da discussão proposta neste trabalho, a segunda metade do século XIX pode ser caracterizada como a época do surgimento de dois novos estilos de incorporação de progresso técnico que, ao lado de tornar relativo o papel da indústria de bens de capital como centro de convergência, ao mesmo tempo em que lhe atribuem novas funções, introduzem mediações adicionais no relacionamento existente entre a base técnica dos sistemas produtivos e as formas de competição. Em essência, os dois novos estilos se distinguem do anterior por uma mudança radical no processo de aprendizado subjacente à mudança tecnológica: ao invés de inovações mecânicas derivadas de conhecimentos práticos adquiridos na atividade produtiva direta, o veículo motor de progresso técnico a partir de 1850 consiste basicamente na exploração de conhecimentos ligados à engenharia de projeto e às atividades de pesquisa e desenvolvimento.

O aparecimento da engenharia de projeto como atividade econômica foi consequência da expansão das indústrias de processo contínuo, como a química e a siderurgia. Neste tipo de indústria, o domínio sobre as técnicas produtivas não compreende apenas o conhecimento das operações realizadas em cada máquina, mas reside sobretudo no acesso à concepção geral do método que permite transformar para determinada escala de produção, um conjunto de matérias-primas em outro conjunto de bens finais. Em termos de aprendizado, isso significa que a experiência relevante para transformar os métodos vigentes não é mais a do "homem prático" ou a do operário ligado diretamente à produção, e sim a do engenheiro que, ao projetar novas fábricas, não só estabelece os princípios básicos da produção como também especifica detalhadamente as funções e a maneira de utilizar cada um dos equipamentos necessários à técnica escolhida. Desta maneira, embora o progresso técnico continue sendo incorporado através da introdução de novos bens de capital, como ocorria na época em que prevaleciam as inovações mecânicas, o poder de comando sobre o ritmo e a direção do processo de mudança não mais deriva da atividade de construir máquinas, posto que esta se tornou subordinada à engenharia.

Na verdade, trata-se de uma ampliação do centro de convergência tecnológica da economia, através da qual os serviços de engenharia passaram a dividir com a indústria de equipamentos as funções de gerar e difundir inovações. Além disso, tal ampliação trouxe consequências importantes para o relacionamento da base técnica com as formas de competição. Em primeiro lugar, o mercado de bens de capital deixou de funcionar com base em relações pessoais de compra e venda de máquinas, já que agora estas são produzidas sob encomenda, isto é, segundo as especificações técnicas requeridas pelo projeto da unidade produtiva a que se destinam. Neste tipo de mercado, portanto, os contatos entre o usuário e o fabricante de equipamentos estão mediados por um terceiro agente - a firma de engenharia. Embora estas empresas só tenham se transformado em entidades independentes a partir de fins do século XIX, seu papel de instrumento mediador no

mercado de bens de capital existe desde o momento em que começaram a surgir indústrias de processo contínuo. A segunda consequência a ser considerada é o desaparecimento do livre acesso às inovações, desde que o inovador disponha de algum mecanismo de controle sobre os serviços de engenharia, quer diretamente, realizando esses serviços no interior de sua própria empresa, quer indiretamente, pela participação acionária numa firma de engenharia. Com isso, a direção do progresso técnico, que antes era um resultado não planejado da acumulação de conhecimentos, tornou-se um objetivo subordinado aos interesses dos produtores de inovações. Devido às características tecnológicas do sistema produtivo em indústrias de processo contínuo, como economias de escala, oportunidades de integração vertical e o consequente controle sobre as fontes de matérias-primas, etc., o desenvolvimento deste tipo de indústria foi, desde o início, rapidamente acompanhado por uma tendência à concentração do capital. A explicação para a quase inexistência de fatores contrabalançadores a esta tendência deve ser buscada no fato de que, uma vez atingido um determinado grau de concentração, as firmas dominantes do ramo não apenas assumem o controle sobre a oferta de tecnologia como também orientam a introdução de inovações no sentido de selecionar tão-somente aquelas técnicas que permitam reforçar as características estruturais do setor.

Consideremos agora o papel das atividades de pesquisa e desenvolvimento. Embora os historiadores costumem datar o seu aparecimento na segunda metade do século XIX, essas atividades só se tornaram relevantes neste século, após a consolidação das bases do sistema industrial contemporâneo, durante o terceiro ciclo de Kondratieff. Além de terem provocado uma nova expansão do centro de convergência tecnológica da economia, os gastos em pesquisa e desenvolvimento geraram estilos de concorrência que correspondem à modalidade mais elaborada de utilização da ciência e da tecnologia como instrumentos de manutenção de parcelas de mercado. Dois exemplos notáveis nesse sentido são a farmacêutica e a eletrônica. Nestas indústrias, a capacidade de a empresa produzir conhecimentos materializados sob a forma de novos produtos, processos ou matérias-primas consiste

no principal requisito para o sucesso de sua política de crescimento a longo prazo. Assim, a produção deste tipo de conhecimento, tal como a de qualquer mercadoria, representa um fim em si mesmo para a empresa, cuja comercialização está submetida às leis do mercado. Dependendo do tipo de estratégia de expansão adotado pela firma, os resultados obtidos em seu departamento de pesquisa poderão ser utilizados sob forma exclusiva, cedidos a terceiros através de acordos de licenciamento, ou transformados diretamente em capital de risco, pela participação acionária em outras empresas.

3.4. A Criação de Novas Formas de Concorrência

Um dos raros pontos de contato entre a visão de longo prazo fornecida pela História Econômica sobre o progresso técnico e a Teoria Econômica é a questão do comportamento dos preços. Durante todo o século XIX os resultados materiais provenientes da mudança de técnicas foram em grande parte distribuídos sob a forma de um declínio generalizado nos níveis de preços, cuja intensidade acentuou-se justamente naqueles setores onde as transformações foram mais significativas. No presente século, embora seja possível identificar alguns exemplos semelhantes, como o da televisão na década de 50, ou o das calculadoras eletrônicas a partir de meados dos anos 60, o fenômeno desapareceu como tendência geral. Ao contrário do que ocorreu com os tópicos discutidos nas seções anteriores, este é um tema sobre o qual a Teoria Econômica está em princípio habilitada a fornecer explicações. Além de ser detectável facilmente através dos instrumentos usuais com que trabalha o economista, trata-se, conforme foi visto no capítulo 2, de uma manifestação da face privilegiada do progresso técnico: os efeitos sobre a distribuição da renda. Assim, a importância conferida ao comportamento dos preços pelos historiadores, que, como Landes, entendem que esse é um dos traços relevantes para marcar as mudanças ocorridas na organização do sistema capitalista na passagem do século, dispõe aparentemente de sólidos fundamentos teóricos.

Os conceitos que a teoria pode oferecer para a análise da reversão na tendência de longo prazo dos níveis de preços são os de concorrência perfeita e de oligopólio. De acordo com tais conceitos, num mercado atomizado, com livre acesso às informações, o resultado final da mudança tecnológica consiste na elavação dos níveis de eficiência do sistema econômico, que passa a operar com preços mais baixos, enquanto que em mercados oligopolistas os benefícios são mais restritos, pois a consequência é o aumento dos lucros e, em certos casos, dos salários, desde que os trabalhadores estejam suficientemente organizados para exercer seu poder de barganha junto aos capitalistas. Desta maneira, a tendência declinante dos preços ao longo do século XIX decorre do fato de que naquele período a organização do sistema capitalista poderia ser vista como algo próximo ao modelo de concorrência perfeita; por outro lado, as pressões inflacionárias do século XX estão ligadas ao predomínio do oligopólio como forma típica de organização do sistema. Mesmo não considerando a polêmica quanto à adequação do conceito de concorrência perfeita às características das etapas iniciais do desenvolvimento do capitalismo, cabe notar que no argumento acima existe implícita a idéia de que a fase oligopolista, ou de concorrência imperfeita, se distingue da anterior pela perda de competitividade do sistema, conforme indicam os adjetivos adicionados aos conceitos. Como apontou Clifton (1977), "capitalism is an epoch in history, a period distinguished by its own economic laws, of which competition is one. Since capitalism is a mode of production, itself subject to development, a critical issue must be resolved before a general theory of price based on a concept of competition can be conceived. Does a mode of production itself unfold over time, gradually developing its own tendencies and characteristics, or does it emerge from another epoch immediately in its purest, most highly developed form and become increasingly imperfect with its own development". (p. 144)

Na medida em que se admita que a evolução do capitalismo não seja a história de uma decadência contínua, a reversão na tendência dos preços sugere simplesmente uma substituição nos instrumentos utilizados para garantir parcelas de mercado que podem, inclusive, como propõe Clifton, tornar o sistema mais competitivo. Como se procurou mostrar neste capítulo, a principal fonte de onde se originam as novas tendências e características a que se refere Clifton consiste no progresso técnico. No entanto, a construção de um marco teórico capaz de articular analiticamente as dimensões relevantes deste fenômeno é uma tarefa que em grande parte ainda está por ser realizada pela ciência econômica.

4. Gastos em Pesquisa e Estratégias de Crescimento

Os capítulos anteriores procuraram estabelecer um confronto entre as visões ricardiana e schumpeteriana sobre o progresso técnico e apresentar os principais temas que serão tratados mais detalhadamente na segunda parte deste texto, através de um estudo de caso sobre a história da indústria do vidro.

Em síntese, de acordo com o paradigma ricardiano, progresso tecnológico é o resultado da introdução de máquinas no sistema econômico, que passam a desempenhar tarefas anteriormente executadas à mão ou substituem outros equipamentos menos eficientes. Os efeitos da mecanização sobre a qualidade do produto, mesmo quando implicam a criação de novos produtos, não consistem, dentro desta perspectiva, em fatos de interesse teórico prioritário. A questão central a tratar é a de que o progresso reduz os esforços necessários à produção, ou, na linguagem dos economistas, diminui os custos, eleva a relação máquinas/homem, substitui trabalho vivo por trabalho morto, etc. Conforme Ricardo apontou brilhantemente, esta abordagem reserva à teoria a missão de explicar como a mudança de técnicas afeta a distribuição da renda, extraíndo daí os instrumentos analíticos para a pesquisa sobre as demais consequências acarretadas à vida econômica.

Segundo Schumpeter, mecanização é apenas um dos aspectos de um fenômeno mais amplo de rejuvenescimento periódico do sistema capitalista, através do qual são criadas novas perspectivas de longo prazo para o desenvolvimento das forças produtivas desse sistema. Nessa abordagem o progresso técnico deve ser estudado à luz das interações entre a base material da produção e as formas de concorrência viáveis em cada período histórico, o que supõe, conforme vimos, instrumentos de análise distintos daqueles propostos pela paradigma ricardiano.

Este capítulo sugere um esquema analítico simplificado para tratar a tipologia de inovações que resulta da noção de Destruição Criadora. Além de especificar os conceitos de inovações primárias e secundárias, e discutir os fatores econômicos que influenciam a distribuição dos gastos em pesquisa tecnológica, o esquema é útil também para indicar os eventuais pontos de contato entre os dois paradigmas antes referidos. A evolução internacional da indústria de vidro plano a partir de 1930, descrita no capítulo 6, é uma ilustração fidedigna dos problemas formulados a seguir.

4.1. Inovações Primárias e Inovações Secundárias

Imagine-se um ramo industrial cujas condições de concorrência obriguem as empresas líderes a investir uma determinada parcela de seu faturamento anual em pesquisas tecnológicas, a fim de assegurar o controle sobre suas parcelas de mercado no médio prazo. A subordinação destes gastos às diferentes políticas de crescimento escolhidas pelas firmas é mantida através de revisões periódicas dos programas de pesquisa, quando, à luz dos resultados obtidos no passado recente, cada grupo empresarial enfrenta o seguinte dilema: que prioridade deve ser atribuída aos projetos destinados a desenvolver as técnicas e/ou produtos existentes, em oposição a projetos mais ambiciosos, cujos termos de referência são menos precisos, mas que acenam com possibilidades de transformações radicais na estrutura da indústria? Em outras palavras, até quando as empresas do ramo preferem continuar explorando o espaço econômico delimitado pelas formas de concorrência vigentes e pela estrutura técnica da produção, e a partir de que instante interessa-lhes romper tais parâmetros?

O Gráfico I permite uma aproximação inicial ao problema, sob as hipóteses simplificadoras de que o orçamento para despesas com pesquisas seja uma fração constante (R/Y) da receita global da empresa, e que as pesquisas realizadas no ramo em

análise não sejam afetadas por descobertas ocorridas em outros setores da economia. No ano t_0 uma inovação primária foi introduzida no mercado, inaugurando uma fase na história da indústria que, até t_1 , terá as seguintes características:

a) As parcelas de mercado das firmas que tiveram acesso à inovação não estão ameaçados no médio prazo.

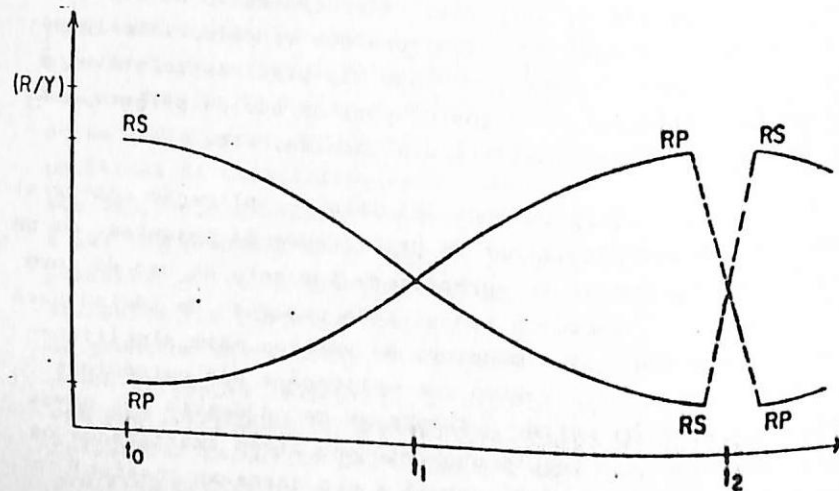
b) As firmas inovadoras procuram ajustar suas políticas de crescimento às novas condições da indústria, a fim de aproveitar as oportunidades oferecidas pela inovação. Tal ajustamento pode implicar o seguinte: alteração das modalidades de comercialização usadas pela firma em seus mercados tradicionais; mudanças administrativas internas; estabelecimento de critérios para a exploração direta e/ou indireta dos vínculos interindustriais criados pela inovação; revisão das práticas relativas à participação acionária em outros grupos, ao uso de patente, contratos de licenciamento, assistência técnica, etc.

c) Durante os anos iniciais de aplicação comercial da inovação é fácil determinar as prioridades de pesquisa. De um lado, o próprio processo de aprendizado inerente ao uso do novo método ou produto fornece os temas, pela sugestão de idéias para o desenvolvimento de novos modelos, de versões mais simplificadas que permitam reduzir custos, de aplicações não percebidas inicialmente, etc. De outro, o interesse da indústria por novas mudanças radicais será remoto enquanto não forem amortizados os investimentos (RP) do período anterior que tornaram possível o aparecimento da inovação primária. Por isso, no Gráfico I, os gastos (RS) com pesquisas cujos resultados esperados sejam inovações secundárias absorvem grande parte dos recursos disponíveis em t_0 .

d) Os investimentos em RS atendem a duas finalidades nesse período. Em primeiro lugar, consolidam o processo de revisão das políticas de crescimento referido no item b, oferecendo instrumentos atualizados para a implementação das práticas

G.R Á F I C O I

DISTRIBUIÇÃO DOS GASTOS EM PESQUISA



criadas a partir da inovação primária. Em segundo, servem para defender as posições de mercado das firmas inovadoras iniciais, reservando-lhes as versões mais modernas da inovação primária à medida que avança o processo de difusão desta na indústria.

O desenvolvimento da indústria durante o período compreendido entre os anos t_1 e t_2 distingue-se da fase anterior nos seguintes aspectos:

a) Os conhecimentos técnicos e científicos que permitem o acesso à inovação primária tornaram-se de domínio público. Ademais, a rentabilidade dos investimentos em projetos de pesquisa (RS) orientados pela matriz de idéias subjacente à inovação primária é declinante com o tempo. O efeito combinado destes dois fatores é o de reduzir a eficácia dos controles sobre a oferta de tecnologia como instrumentos de sustentação das parcelas de mercado das empresas líderes da indústria. Assim, permanecendo tal estado de coisas, a tendência de médio prazo do setor passa a ser a de sua relativa desconcentração.

b) O deslocamento dos interesses da indústria em direção à busca de inovações primárias resulta portanto dos esforços empreendidos por parte das empresas líderes em procurar impedir a erosão de seu poderio.

c) A mudança nas prioridades de pesquisa confere uma nova orientação aos demais investimentos da empresa. No período (t_0/t_1) a diversificação de atividades atendia aos propósitos de maximizar as aplicações do acervo de conhecimentos disponíveis pela firma, através da integração vertical, da entrada em ramos cujos produtos sejam completares aos seus, da venda de serviços que desempenham funções de canais de comercialização, etc. Depois de t_1 , como o grau de incerteza dos investimentos em RP é elevado, o processo de diversificação não está mais associado à capacidade tecnológica, mas visa tão-somente assegurar a presença do grupo em vários mercados. Desta maneira, caso não

surja uma inovação primária e se verifique a tendência para a desconcentração de seu mercado principal, o volume agregado de receitas da firma não será afetado significativamente. Além disso, um grupo diversificado pode promover mais facilmente uma eventual redefinição de suas "vocações naturais".

Se os investimentos em RP produzirem os resultados esperados, o ano t_2 marcará o início de um novo ciclo de crescimento da indústria, similar ao descrito acima. A análise da hipótese contrária será feita adiante.

4.2. Recuperação e Decadência

Da descrição sumária do gráfico apresentado na seção 4.1, dois pontos merecem ênfase: o caráter transitório do poder que as inovações primárias conferem às empresas líderes de uma indústria; e o fato de que a articulação entre a política tecnológica e a estratégia de expansão da empresa varia em função das expectativas de seus dirigentes quanto à evolução provável do grau de concentração do ramo.

Um procedimento necessário à elaboração de tais propostas é o de explicar as agendas de questões pertinentes a serem abordadas na análise da sequência de eventos que compõem o processo de mudança tecnológica: pesquisa e desenvolvimento, escolha de técnicas e difusão de inovações. De fato, o gráfico I só trata da primeira sequência de eventos, posto que as curvas RP e RS indicam apenas a composição dos gastos em pesquisa. Entretanto, cabe mostrar que, ao se distinguir a natureza dos problemas envolvidos nas demais etapas, é possível estabelecer uma eventual distribuição de tarefas entre os paradigmas de Ricardo e Schumpeter. Assim, conforme sugere o Gráfico I, o marco de referência que orienta a definição das prioridades de pesquisa é o estado em que se encontram os instrumentos de sustentação do poder das empresas líderes da indústria. Por conseguinte, quando chega o momento de selecionar os resultados de pesquisa a serem aproveitados comercialmente, vale dizer, no instante da

escolha de técnicas, os critérios de eficiência fornecidos pelo paradigma Ricardiano são aplicáveis apenas ao subconjunto de opções compatíveis com a manutenção da estrutura vigente de poder.

Ao contrário do que acontece com os investimentos em pesquisa e a escolha de técnicas, cuja análise concentra-se no comportamento da firma, a unidade relevante para o estudo da difusão de inovações é o conjunto da indústria. Por isso, a fragilidade teórica de que padecem os trabalhos sobre este último tema não é casual. Com efeito, procurar explicar as variações no ritmo de adoção de novas técnicas inter e/ou intrafirmas, entre países, entre indústrias, ao longo do tempo, etc., consiste justamente em refletir sobre a interação entre formas de concorrência e mudanças tecnológicas, e, quanto a isso, o paradigma ricardiano manifestamente tem pouco a dizer. Conforme mostra o trabalho de Stephen Davies, que discutimos na seção 2, deste capítulo, os temas de pesquisa nessa área ainda estão longe de serem esgotados. Logo, um resultado interessante da discussão proposta no Gráfico I é o de introduzir dois critérios úteis ao entendimento do processo de difusão: de um lado, os intervalos de tempo (t_0, t_1) e (t_1, t_2) definem condições distintas de acesso ao estoque de conhecimentos disponíveis e, de outro, a classificação schumpeteriana de inovações implica diferenciar o tratamento a ser dado a cada tipo de mudança.

Para concluir o exame da questão enunciada no primeiro parágrafo da seção 4.1, resta considerar as consequências acarretadas pelo abandono das hipóteses de que a taxa de investimentos em pesquisa seja constante e que inexistam transferências de conhecimentos do resto da economia para o ramo em análise.

Durante o período (t_0, t_1) , através do fenômeno conhecido como "fertilização cruzada", o advento de descobertas em outros setores pode ampliar a gama de inovações secundárias possíveis de serem extraídas a partir da inovação primária que surgiu em t_0 . Além de estimular a elevação dos esforços em pes-

quisa, a principal consequência disso é a de prolongar o intervalo de tempo em que as firmas inovadoras iniciais controlam a oferta de tecnologia do ramo. Em termos gráficos, estes efeitos provocam um deslocamento a nordeste da curva RS, mas não afetam a curva RP. Para facilitar a leitura, como nesta fase os gastos em RP consistem numa rubrica residual do orçamento para pesquisas, o Gráfico II descreve apenas os movimentos da curva RS, e o resíduo pode ser obtido pela diferença, medida na ordenada, entre (R/Y) e RS.

Depois de t_1 , quando os investimentos em RP tornam-se crescentemente prioritários, a fertilização cruzada pode deslocar a noroeste a curva RP e, eventualmente, antecipar o aparecimento de outra inovação primária, conforme indica o Gráfico III, onde os gastos em RS são agora residuais.

Nos dois tipos de efeitos tratados acima, as principais beneficiárias da transferência de conhecimento foram as empresas líderes da indústria. Entretanto, esta situação é a mais provável somente no período (t_0, t_1) . Depois de t_1 , diminui consideravelmente a capacidade que têm aquelas empresas para neutralizar os impactos de inovações que potencialmente ameacem suas respectivas posições de mercado. Por isso, é possível que nesta fase a fertilização cruzada, ao invés de sustentar a estrutura de poder em vigor, seja favorável às pequenas e médias empresas e acelere o processo de desconcentração da indústria, ou promova transformações mais radicais ainda, destruindo a identidade do setor através de sua incorporação como segmento de um outro ramo.

Se, no período (t_1, t_2) , os efeitos da fertilização cruzada não forem significativos e, além disso, os investimentos em RP não produzirem resultados, a desconcentração da indústria tenderá a ser acompanhada por uma queda na taxa de investimentos em pesquisa. Neste caso, o controle sobre a geração da tecnologia perde sua importância como instrumento estratégico

GRÁFICO II

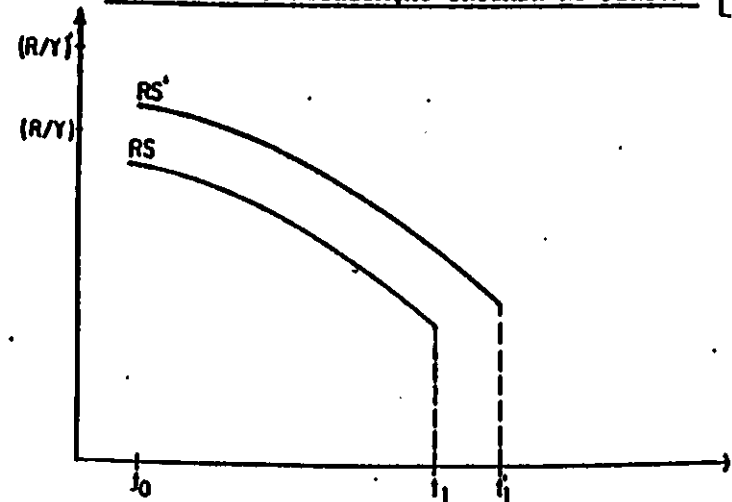
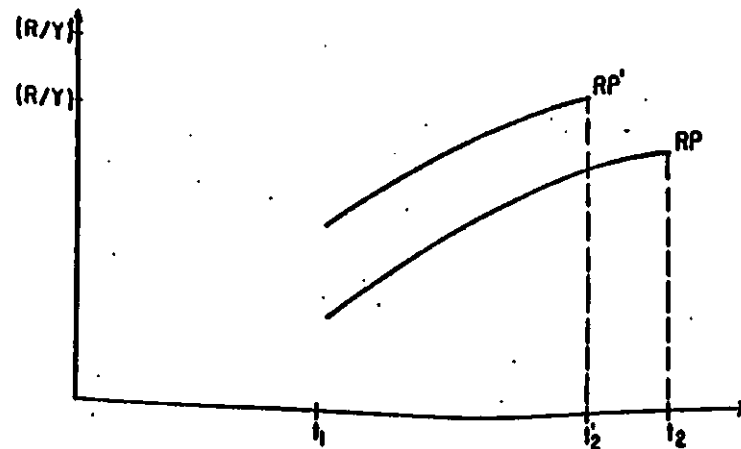
EFEITOS DA FERTILIZAÇÃO CRUZADA NO PERÍODO $[t_0, t_1]$ 

GRÁFICO III

EFEITOS DA FERTILIZAÇÃO CRUZADA NO PERÍODO $[t_1, t_2]$ 

na política de crescimento da firma, ao mesmo tempo em que o setor se torna um centro meramente consumidor de inovações produzidas em outros ramos da economia. Esta hipótese foi desenvolvida por Kuznets em seu artigo de 1929: Ao longo da história de cada indústria haveria apenas uma única revolução tecnológica, seguida por uma cadeia de transformações secundárias que se esgotaria quando todas as etapas do processo produtivo do setor readquirissem um desempenho homogêneo. Daí em diante a indústria entraria numa fase de decadência, cedendo lugar a outros ramos na sustentação do dinamismo da economia.

PARTE II: PROGRESSO TÉCNICO E CONCORRÊNCIA NA INDÚSTRIA DE VIDRO

5. Da Subordinação Formal à Subordinação Real

5.1. Mão de Obra e Custos de Energia

O desenvolvimento da indústria de vidro entre 1780 e fins do século XIX foi marcado pela busca de soluções para dois problemas fundamentais: como reduzir os custos relativos ao consumo de energia e como superar a subordinação da indústria ao poder de controle sobre o processo produtivo exercido pelo operário qualificado.

A principal fonte de energia era o carvão mineral, dado que o uso de carvão vegetal no Reino Unido havia sido proibido desde 1615. Em virtude das condições de transporte vigentes até a primeira metade do século XIX, o suprimento de materiais com peso unitário elevado constituía um fator decisivo para a localização das indústrias. Segundo uma referência levantada por Barker (1979a), transportar carvão por terra numa distância de 10 milhas poderia, naquela época, duplicar ou mesmo triplicar o seu preço. Assim, tendo em vista os cuidados especiais requeridos no transporte de um produto delicado como o vidro, e a necessidade de conciliar o abastecimento de carvão com o das demais matérias primas (areia, soda e calcário), a indústria tendiam a se localizar em torno de portos fluviais ou marítimos próximos a minas de carvão. De fato, uma vez resolvidos os problemas de distribuição e comercialização de vidro, e o da oferta de energia, a aquisição dos outros insumos ficava automaticamente solucionada, a um custo de transporte que, pelo menos no caso da areia, poderia eventualmente ser até mesmo negativo (do ponto de vista do fabricante de vidro), conforme demonstra este relato de 1844: "Of all the glass made in this country, a very large proportion indeed is produced on the Tyne or the Wear. This, combined with others causes, has given rise to a curious circumstance, which is apt to escape the notice of general observers. The coals, the pottery, the glass, the chemicals, and other produce of the district, employ an extremely

large number of vessels for their transport to London and other parts of the kingdom. On the other hand, the produce transported from London and these other ports to the Tyne is comparatively small in quantity; so that the vessels require a large quantity of ballast to place them in sailing order on their return voyage. This ballast is composed of river-sand, obtained at a cheap rate from the dredging of the rivers; and when it has enabled the vessels to reach the Tyne, the purpose of the ballast has been answered. But matters do not end here: the vessels must be emptied, and the ballast must be deposited somewhere. It must not be thrown into the Tyne, and therefore it is deposited on the banks, where huge heaps have in time collected, two or three hundred feet in height, so important is this matter deemed to be, that a district has been purchased within the last few years on a sea-shore, and a railway a mile length constructed from thence to South Shields. The owners of the vessels pay a certain price per ton for all the ballast thus taken off their". (Grifos meus. Penny Magazine, 1884, p. 249).

Não obstante a cautela na escolha de locais que minimizassem os custos de energia e transporte, o consumo de carvão consistia no segundo item mais importante da estrutura de custos da indústria de vidro. De acordo com um levantamento realizado pela Royal Statistical Society em 1837, os gastos com mão de obra e energia correspondiam a cerca de 60% dos custos totais de produção, como pode ser visto na tabela abaixo:

Tabela 1: Custos de Produção de Vidro no Reino Unido em 1837 (%)

a) Salários	39.5
b) Matérias primas	17.6
c) Carvão	21.9
d) Lucros, Juros e Aluguéis	21.0
Total	100.0

Fonte: Journal of the Statistical Society, Vol. I, 1839, p. 539

Quer através de inovações poupadoras de energia, como os fornos Siemens a partir de 1861, quer pelo advento de mudanças externas à indústria, como a modernização do sistema de transportes, a importância do problema do carvão foi sendo paulatinamente reduzida ao longo do século XIX. Quanto à parcela principal dos custos, o pagamento de salários, ao lado da dificuldade de enfrentá-la com medidas graduais, tratava-se de uma questão cujas peculiaridades exigiam respostas que deveriam partir basicamente de dentro da indústria. Conforme será discutido nas próximas seções, mais do que a intensidade de mão de obra, o obstáculo mais sério a vencer era o de como reorganizar o processo de produção de vidro de forma a eliminar sua dependência em relação ao trabalho qualificado. E este será um tema constante na história dessa indústria até 1930, cujo enunciado mais geral, nos termos de debate proposto no presente trabalho, é: como conferir ao capital um poder de comando sobre sua base técnica compatível com as possibilidades de expansão internacional das empresas do ramo. Tal esforço, que corresponde ao de destruir a experiência do trabalhador manual como fonte de conhecimentos relevantes para a transformação dos métodos produtivos, é, sem dúvida, um fenômeno geral do desenvolvimento capitalista. O exemplo do vidro, por ser um caso limite, contém entretanto qualidades analíticas que são exclusivas das situações radicais, as de facilitar ao observador a identificação dos elementos centrais a serem estudados.

5.2. A Organização da Indústria, as Subdivisões do Mercado e as Técnicas em Vigor

Em fins do século XVIII a estrutura da indústria de vidro possuía características que, sob vários aspectos, estavam adiante de sua época. Operando com uma base técnica de tradição milenar, este ramo jamais conheceu o estágio do "artesinato doméstico", posto que as peculiaridades da produção de vidro sempre exigiram que o processo de trabalho estivesse organizado em "bases industriais", como observou Malcolm Brown (1970). Acos-

tumados a enfrentar as oscilações intensas da demanda no mercado interno, e a destinar grande parte de sua produção ao comércio internacional (vide gráfico IV), os fabricantes de vidro adotaram precocemente estilos de comportamento que só bem mais tarde vieram a se generalizar em outras esferas do mundo capitalista. Assim, as experiências de possuir vários estabelecimentos com linhas de produção distintas dentro da mesma firma, de combinar as políticas de comercialização em diferentes mercados com o crescimento programado da oferta para cada tipo de bem, de redefinir constantemente a pauta de produtos em função das mudanças do mercado, etc., já faziam parte do cotidiano do setor em 1780. Como resultado de tais experiências precoces, as práticas da concorrência oligopolista desde cedo foram estabelecidas, e, no começo do século XIX, o subsetor de vidro plano já dispunha de uma eficiente associação de produtores que tinha por funções principais administrar preços em caráter permanente e fixar cotas de produção por firma nos períodos de crise (Barker, 1977a) pags. 44-49).

Em 1784 existiam no Reino Unido cerca de 60 estabelecimentos produzindo diferentes tipos de vidro, garrafas e utensílios (Brown, 1970). A despeito da ausência de informações precisas quanto ao número de firmas, sabe-se com certeza que elas normalmente possuíam mais de um estabelecimento. A empresa Cookson, por exemplo, fundada em 1738, e que no início do século XIX havia se tornado num dos principais produtores do ramo, contava em 1833 com 7 fábricas em South Shields e 2 em New Castle, com uma linha de produtos que incluía praticamente todas as modalidades de vidro (Penny Magazine, 1844, p. 250) e (Clapham, 1930, p. 190). Mesmo para as empresas cuja produção não era diversificada, era possível passar de uma linha para outra sem maiores dificuldades: "Initially, the Dumbarton Glass Works concentrated on the production of bottles, but as early as 1781 the transition was made from bottles glass production to crown window glass production, although some bottles continued to be made at Dumbarton". (Logan, 1972, p. 178).

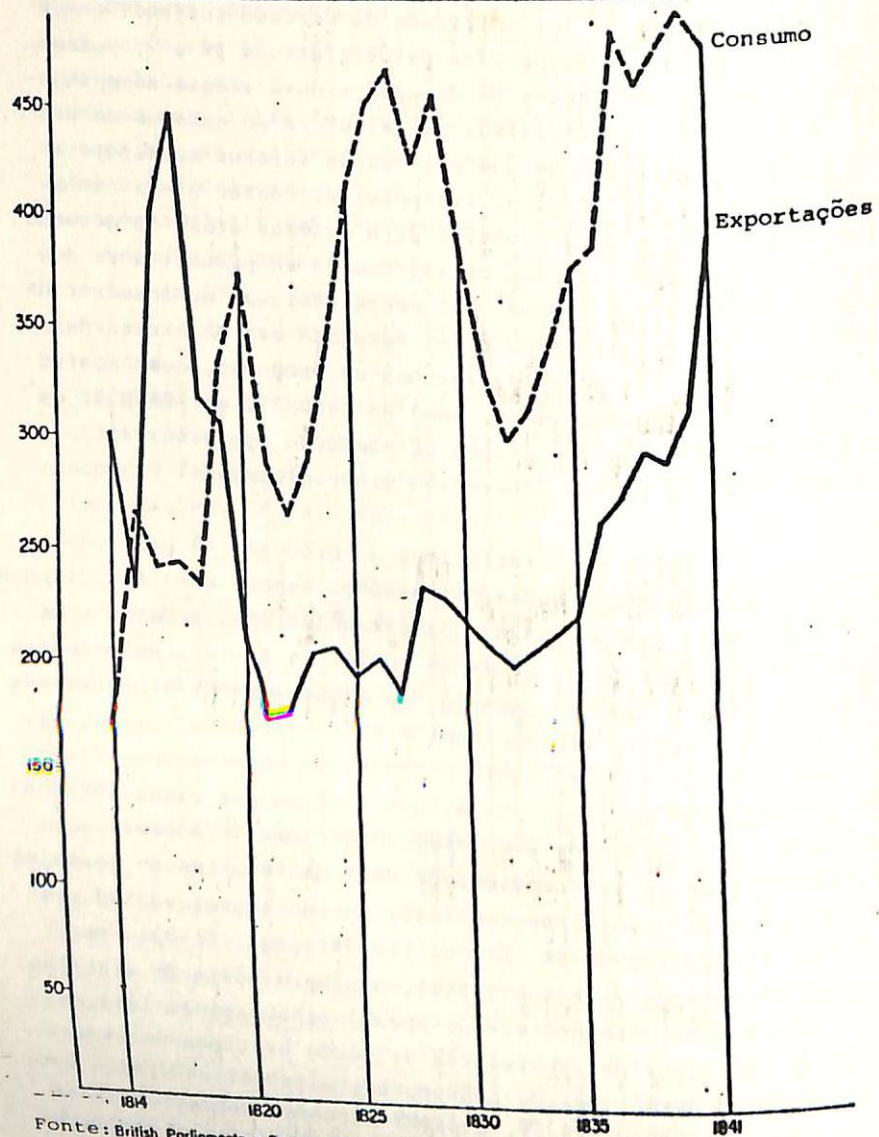
Os dois exemplos do parágrafo anterior não representam casos excepcionais, porque tanto a diversificação da produção como a propriedade de vários estabelecimentos consistiam em mecanismos complementares às exportações na defesa do volume de negócios diante da instabilidade do mercado interno. Comparando os indicadores fornecidos pelos gráficos IV e V, podemos observar que as oscilações da demanda vinham sempre acompanhadas de mudanças significativas na estrutura do consumo de vidro. Com isso, nos períodos em que a recessão interna coincidiria com a queda nas exportações, era possível contar ainda com a alternativa de deslocar a oferta para aquelas áreas do mercado interno menos afetadas pela crise. Embora as probabilidades de sucesso dessa tática fossem obviamente desigual no interior da indústria, seu resultado ao nível agregado era o de retardar os efeitos da crise sobre os volumes de produção, como mostra o gráfico VI: frequentemente, como em 1820/22, em 1825/27, ou em 1830/32, as fases dos ciclos de produção (gráfico VI) e consumo (gráfico IV) se alternavam sincronicamente.

Pelas características do processo de produção de vidro adiante mencionadas, é razoável supor, como faz Clapham (1930, p. 189), que o tamanho dos estabelecimentos desse ramo fosse bem superior ao da média da indústria inglesa na primeira metade do século XIX. No entanto, os dados disponíveis para sustentar essa hipótese são escassos e contraditórios. Em primeiro lugar, as informações sobre o número de empregados ora estão referidas ao total da firma, ora à média por estabelecimento. Assim, de acordo com a opinião autorizada de Barker, a Pilkington poderia ser considerada como uma empresa de porte médio no setor de vidro plano em 1845, quando empregava 500 pessoas em sua fábrica de St. Helens (1977a) pags. 81-82). Mas, segundo a pesquisa de Brown (1970), o número médio de trabalhadores por estabelecimento era de apenas cinquenta em 1841, estando aí incluídos os fabricantes de todos os tipos de vidro. A sugestão de Barker parece contudo ser mais correta posto que, pelos dados de Logan (1972), a firma escocesa Dumbarton Glass Works Company contava já em 1785 com 300 operários na produção

GRÁFICO IV

CONSUMO INTERNO E EXPORTAÇÕES DE VIDRO

Reino Unido, 1814 - 1841 (Unidade Mil Cwt)

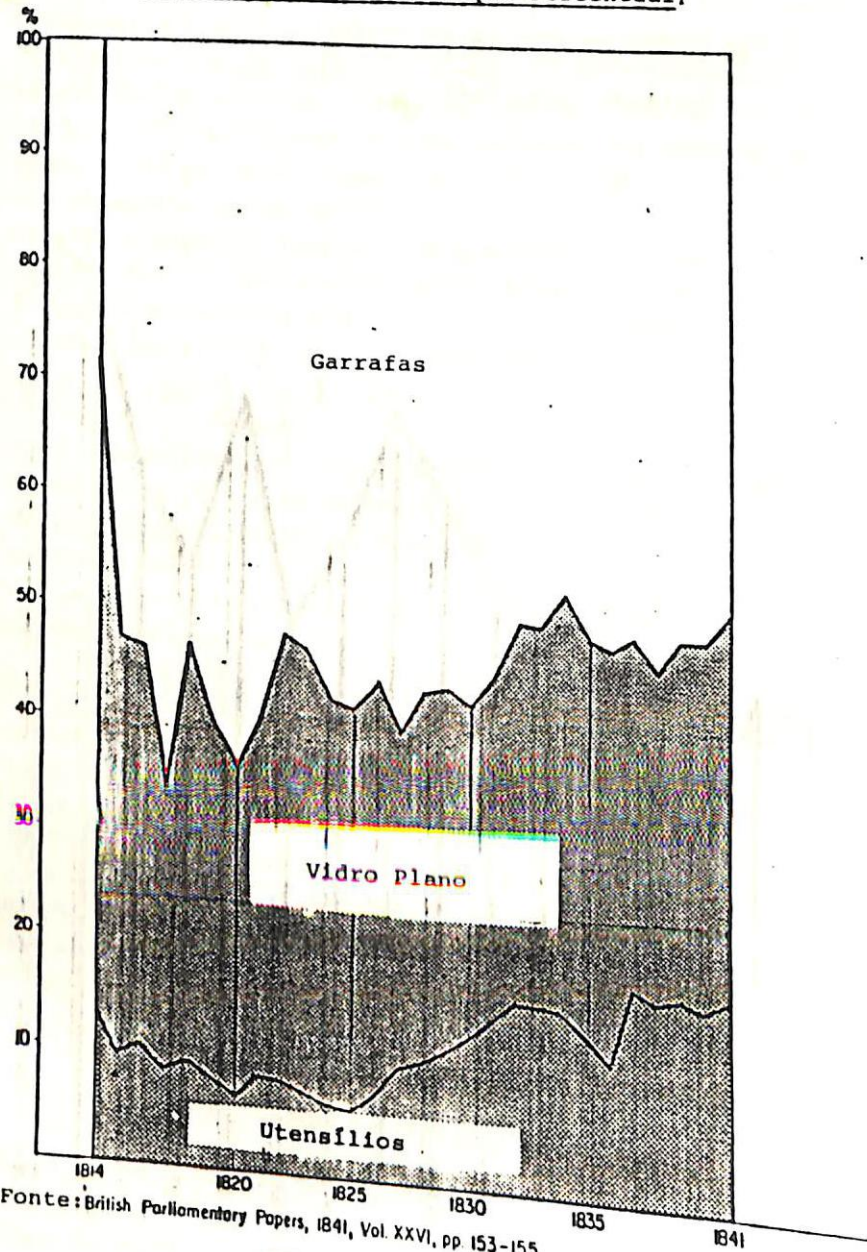


Fonte: British Parliamentary Papers, 1841, Vol. XXVI, pp. 153-155.

GRÁFICO V

CONSUMO DE VIDRO NO REINO UNIDO

1814 - 1841 (Distribuição Percentual)



Fonte: British Parliamentary Papers, 1841, Vol. XXVI, pp. 153-155.

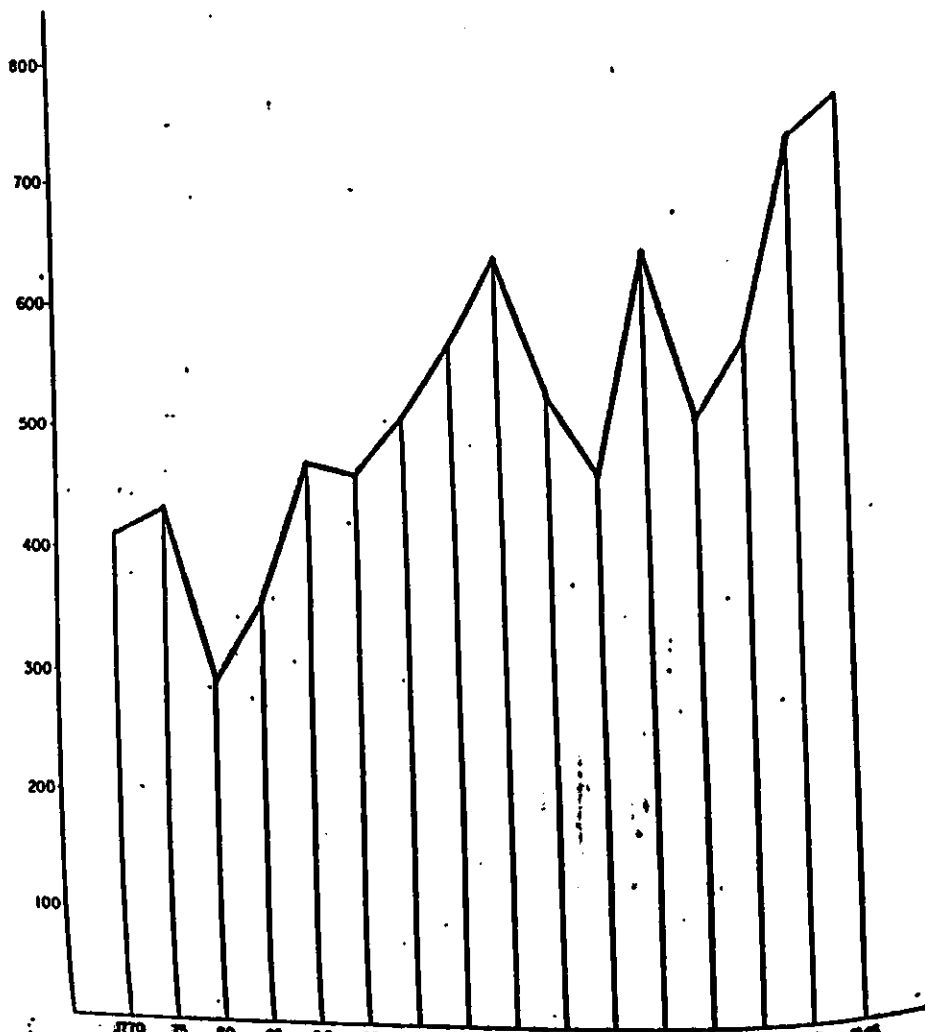
UFRJ / FEA - IEI
BIBLIOTECA

GRÁFICO VI

PRODUÇÃO DE VIDRO

No Reino Unido, 1770 - 1845

(Unidade mil cwt)



Fonte: W.E.S. Turner, "The British Glass Industry: Its Development and Its Outlook," *Journal of the Society of Glass Technology*, Vol. VI, 1922.

direta, e mais outro contingente semelhante nas atividades de comercialização. O segundo tipo de dificuldade é que mesmo as referências quanto ao número de estabelecimentos são pouco confiáveis: No ano de 1833, por exemplo, uma fonte registra a existência de 116 (Clapham, 1930, p. 189) e outra de 126 (Turner, 1922, p. 124), enquanto que uma terceira nos informa de 89 em 1830, e 147 em 1835! (Brown, 1970 pp.58 e 94). Por fim, os dados agregados sobre emprego só são disponíveis a partir de 1841, através dos censos decenais da população, e, por outro lado, as estatísticas da produção foram interrompidas em 1845, devido à queda dos impostos que incidiam sobre o vidro, só tendo sido reiniciadas em 1907 com os censos industriais.

Felizmente, para outros aspectos da indústria, como a descrição das técnicas produtivas, das condições de trabalho e das formas de concorrência, existe documentação abundante e de boa qualidade. Por isso, a reconstituição da história do setor pode ser feita com relativa segurança, mesmo sem o uso de métodos quantitativos mais elaborados, devido aos problemas apontados acima.

Em 1780 as firmas inglesas dispunham de tres processos alternativos para produzir vidro plano. Como a qualidade do produto variava em função da técnica utilizada, a denominação destas se confundia com a do tipo de vidro que era obtido ao final de cada processo: "broad glass", "grown Glass" e "plate glass". As firmas do continente já estavam empregado também naquela época um outro método mais avançado, o "cylinder process", que só foi introduzido na Inglaterra em 1832 pela empresa Chance Brothers.

O "broad process" era o mais antigo, sendo conhecido na Europa pelo menos desde o século VI (Davies, 1949). Apesar de mais barato que os outros, possuía a desvantagem de limitar o tamanho do vidro a pequenos retângulos com um comprimento máximo de 50 polegadas (Barker, 1977a), produzidos da seguinte forma: Após uma fase inicial de fundição das matérias

primas num pequeno forno, um operário tomava uma determinada quantidade de vidro em estado pastoso, e, com o auxílio de um instrumento apropriado, soprava esse material, dando-lhe a forma de um cilindro. Em seguida, através de um corte longitudinal, o cilindro era aberto e reaquecido, a fim de tornar-se inteiramente plano. Na etapa final, as chapas de vidro passavam por um processo de resfriamento gradual e de polimento. Durante o século XVIII o emprego do "broad process" entrou em declínio, como resultado da crescente popularidade do "crown glass". Com isso, em 1833 havia apenas um fabricante daquele tipo de vidro no Reino Unido (Barker, 1977a), cujo volume de produção era inferior a 1% do mercado interno (Journal of the Statistical Society, 1839, p. 539).

Tanto a etapa de preparação de matérias primas como a de acabamento eram basicamente semelhantes em todas as técnicas, em contraste com as diferenças radicais existentes nos métodos de formar as chapas de vidro na fase central do processo de produção. É conveniente portanto examinar mais de perto essa fase, dado que nela residem as peculiaridades importantes da organização do trabalho nessa indústria. Uma reportagem realizada pelo Penny Magazine em 1844 fornece uma descrição minuciosa do "crown process", cujo valor para os objetivos deste trabalho justifica sua transcrição na íntegra: "As each table or circular piece of glass requires only a few minutes in making, but demands the services of several workmen, all place themselves in readiness to act their parts in the scene. The first man, called the gatherer, approaches one of the furnace - mouths, and dips into the melted glass the end of an iron tube six or seven feet in length; he turns the tube gently round, until he has gathered a pound or two of pasty glass on its end; he allows this to cool a little; then dips it again, to increase the quantity; then allows this to cool a little; and so on, until he has gathered a mass of nine or ten pounds of the paste-like and fiery-coloured glass on the end of the

tube, turning the tube all the time to prevent the glass from falling off it. He holds this mass perpendicularly downwards, to make it elongate somewhat beyond the end of the tube; and then rolls it to and fro on a smooth iron plate called a marver, to give a cylindrical form to the protuberant mass. The man (or an assistant) then blows through to something like a pear-shape. It is then banded to another man called the blower, who heats it at the mouth of a furnace two or three times, and after each heating blows it and rotates it; till at length he so enlarges the size of the mass of glass and reduces its thickness as to present it in nearly a globular form. The side opposite to the tube is then slightly flattened, by being pressed against an iron plate; and the glass is transferred from the tube to a rod in a remarkably dexterous manner: the blower holds the tube horizontal, while another man collects a little melted glass on the end of an iron rod called the pontil or puntty, and applies this to the middle of the flattened surface of the glass, exactly opposite the tube, which latter is immediately afterwards detached by touching the point of junction with a piece of iron wetted with cold water. This transference from the end of the tube to the end of the rod is affected so quickly and neatly as to form one of the prettiest parts of the operation.

We have, then, up to this point, a flattened globe of glass fixed to an iron rod at the flattened side, and having a small hole on the opposite side, occasioned by the detachment from the tube. How this is transformed into a flat circular sheet is the next point to notice. The workman holds the pontil so that the glass shall be exposed to the heat of a furnace, at one of the mouths or openings called by the men a 'nose-hole'. He rests the rod at one particular point on a bar which serves as a support or fulcrum; and keeps the glass rotating while exposed to the heat. As the substance of the glass becomes hotter and softer, it yields more readily to the centrifugal force engendered by the rotation: it becomes every moment broader and flatter, deviating more and more from the shape of a globe. The hole which the tube had before formed, and which was at first only about two inches in diameter,

gradually enlarges by the same force, until it becomes three inches - six . twelve inches in diameter; and finally, the whirling action so completely masters the previous conditions of the glass, that the flattened and mis-shapen globe suddenly 'flashes' (to use a technical term) out into a circular sheet four or five feet in diameter, nearly equable in thickness in every part, and being still attached to the rod exactly at the centre.

This rapid succession of changes is to a bystander at once beautiful and inexplicable. The facility with which the pasty glass is worked into form, the hollowing of the mass by means of the breath, the maintenance of a particular degree of softness while exposed to heat, the transference from the tube to the rod, the steadiness of position maintained by the rotation, the expanding of the small hole in the centre, the flashing out into the flat circular form - all are very remarkable considered even singly, and form when viewed collectively one of the most striking series of operations connected with our manufactures. The glass changes hands more frequently than we have here noted; each man having by practice acquired the skill for one particular operation. It passes also round the central furnace from one opening to another, in order that each man have a working-spot without interfering with the others. In the last process, that of 'flashing', the heat and flame given out at the furnace mouth are very fierce, and throw a strong glare on the person of the workman, who stands partially behind a kind of screen, and who shields his face with a handkerchief or cloth.

The manner in which the circular table of glass is detached from the rod is not less neat and dexterous than the other parts of the operation. The rod is rotated for a few seconds after the glass has 'flashed', at such a distance from the fire as to give the glass sufficient coolness to maintain its shape. The man then carries it a short distance, and places

the glass down horizontally on a bed of sand, where the rod is detached from it a moment by another man. The circular piece (having the 'knot' or 'bull's eye' in the centre) is then lifted up on a wide two-pronged fork, and placed upright in an annealing-oven. Here it is allowed to cool very gradually, whereby it becomes annealed, or loses some of the brittleness which would otherwise characterize it.

It will readily be understood that although a dozen men are thus engaged in making one piece of glass, there are many pieces under operation at the same time, each man taking up a new one as soon as he has handed over the previous one to the man standing next to him. There is thus a kind of endless chain, of which all the links are being made at once". (Grifos no original) (Penny Magazine, 1844, pags. 251/252).

Três aspectos merecem ser destacados na descrição acima. Em primeiro lugar, o processo de trabalho requeria do operário qualificado não só uma exímia habilidade no exercício de seu ofício, adquirida em vários anos de prática como aprendiz, como também um conhecimento intuitivo profundo das propriedades do vidro em diferentes temperaturas. Em segundo lugar, a coordenação precisa dos tempos e movimentos das várias tarefas, das mais simples às mais complexas, ao invés de ser determinada por uma autoridade externa, encontrava-se sob o absoluto controle por parte do trabalhador manual, tornando assim desnecessárias as funções de supervisão gerencial. Por fim, como consequência dos aspectos anteriores, os conhecimentos necessários ao desempenho das tarefas executadas pelo trabalhador qualificado não estavam restritos aos detalhes de sua atividade específica, mas compreendiam toda a concepção geral do processo produtivo, desde a mistura das matérias-primas aos retoques da fase de acabamento. Desta maneira, tais conhecimentos consistiam na principal fonte de saber de onde poderiam surgir inovações relacionadas com a etapa central da produção de vidro. A contrapartida disso em termos de poder conferido ao operário sobre o funcionamento da indústria será discutido na próxima seção. Antes, contudo, cabe

completar o relato sobre o nível de desenvolvimento das técnicas no instante da Revolução Industrial.

O único tipo de vidro cuja produção dispensava o uso de mão de obra qualificada era o "plate glass". Introduzido na Inglaterra em 1770, este método consistia em derramar o vidro fundido sobre uma plataforma de ferro e em seguida laminá-lo. Não obstante sua simplicidade, os investimentos em capital fixo requeridos nesta técnica eram bem mais elevados que nas anteriores. Ao lado disso, o período de produção era mais longo e o produto final de qualidade inferior. Devido a esses problemas, o "plate glass" não oferecia condições mínimas de lucratividade que pudessem torná-lo numa alternativa de crescimento viável para superar a dependência em relação ao trabalho qualificado no setor de vidro plano. As dificuldades em reduzir os custos de produção e melhorar a qualidade do vidro eram de tal ordem que somente após a primeira guerra mundial começaram a surgir soluções tecnológicas rentáveis. Cabe notar ainda que essas inovações resultaram em grande medida de investimentos realizados pela indústria automobilística que, através de associações com produtores de vidro, desenvolveu programas de pesquisa explicitamente voltados para essa finalidade.

Consideremos agora a produção de garrafas e utensílios. Quanto à primeira, existe uma descrição feita por Marx no primeiro volume do Capital que em alguns pontos é bastante próxima ao relato do Penny Magazine que transcrevemos há pouco. Marx usou a produção de garrafas para ilustrar o funcionamento da cooperação entre trabalhadores na manufatura. Pelo seu exemplo podemos perceber que, tal como no caso do vidro plano, a produção de garrafas também exigia uma coordenação perfeita dos tempos e movimentos das várias tarefas:

"At each mouth of the furnance, there works a group, called 'the hole', consisting of one bottlemaker or finisher, one

gatherer, one putter-up or whetter-off, and one taker-in. These five detail workers are so many special organs of a single working organism that acts only as a whole, and therefore can operate only by the direct co-operation of the whole five. The whole body is paralysed if but one of its members be wanting. But a glass furnace has several openings (in England from 4 to 6), each of which contains an earthenware melting-pot full of molten glass, and employs a similar five-membered group of workers. The organisation of each group is based on division of labour, but the bond between the different groups is simple co-operation, which, by using in common one of the means of production, the furnace, causes it to be more economically consumed. Such a furnace, with its 4-6 groups, constitutes a glass house; and a glass manufactory comprises a number of such glass houses, together with the apparatus and workmen requisite for the preparatory and final stages." (grifos meus) (Marx, 1977, p.328)

Embora Marx não mencione (1), os comentários anteriores sobre o papel do operário qualificado também se aplicam aqui, apenas com a diferença de que as habilidades requeridas eram menores, porque a tarefa de transformar vidro fundido em garrafa era em parte facilitada pelo uso de moldes (Scoville, 1948). Isso entretanto praticamente não afetava o poder de barganha dos trabalhadores, já que no aspecto fundamental - o domínio dos conhecimentos que organizavam o processo de trabalho - a situação era idêntica ao do vidro plano. Na verdade, a importância dessa

(1) É interessante observar que, nesse sentido, Marx subutilizou sua referência à indústria de vidro: mais do que a cooperação entre trabalhadores, o principal tema que a experiência desse setor naquela época permite esclarecer é o da hierarquia e controle do processo produtivo, e esta é justamente a questão em análise nas páginas seguintes ao trecho citado acima. Apesar disso, Marx tomou o exemplo do vidro apenas para explorar o primeiro aspecto, deixando de lado o segundo, cujas potencialidades didáticas eram sem dúvida bem maiores.

diferença só irá se manifestar no século XX, como um dos elementos que permitem explicar a disparidade dos rumos tomados pela mecanização em cada um dos subsetores da indústria.

Quanto ao ramo de utensílios, dada a variedade de produtos fabricados no interior de um mesmo estabelecimento (copos, jarras, objetos ornamentais, etc.) (Penny Magazine, 1841, pags. 81-88), a divisão do trabalho na etapa central do processo produtivo era ainda mais complexa que nos outros ramos. Além disso, a fase de acabamento incluía atividades extras, como lapidação, gravação, etc, que demandavam habilidades manuais tão notáveis quanto as de manipular o vidro fundido. Outra característica deste subsetor é a de que nele o progresso técnico do período 1890-1930 não eliminou completamente o trabalho manual qualificado, que sobrevive ainda hoje, apesar de restrito a uma pequena faixa de bens de luxo.

5.3. Trabalho Qualificado e Poder de Barganha

O poder de barganha do operário qualificado consistia na manifestação mais imediata dos limites impostos pela base técnica da produção de vidro ao desenvolvimento capitalista. Nesta seção vamos examinar três indicadores desse poder: os níveis de salários, as condições de trabalho e as formas de acesso à profissão. Cabe lembrar contudo que este é apenas um dos elementos de problema que nos interessa, cujo enunciado completo para o período 1780-1890 inclui também as respostas a duas questões adicionais a serem tratadas nas seções 5.4 a 5.6; como eram formuladas as estratégias de expansão ao nível da firma, e qual o caráter das inovações do período.

Do total da mão de obra empregada na indústria de vidro, que em 1841 era de apenas 7.376 pessoas (vide tabela III), a parcela de trabalhadores qualificados correspondia a cerca de 10% (Barker, 1977 e Logan, 1972) Por constituírem um grupo tão

reduzido, são raras as referências a seu respeito nos estudos sobre aristocracia operária (vide, por exemplo, Hobsbawm, 1964). No entanto, eles pertenciam ao extrato mais bem pago dessa aristocracia: Numa época em que um salário de duas libras semanais representavam um privilégio auferido por poucos, um vidreiro em 1850 podia receber até seis libras, que, no caso de imigrantes, eram ainda complementadas com facilidades de moradia e pagamento de passagens desde o país de origem (Barker, 1977 a) Além disso, sua jornada de trabalho até 1870 era de apenas 40 horas semanais, quando em outros ramos, como o têxtil, jornadas de até 69 horas eram frequentes por volta de 1825 (Bienefeld, 1972).

Como a etapa de preparação de matérias primas era uma atividade descontínua, os trabalhos da fase central realizados em quatro turnos de dez horas ininterruptas, de segunda a sexta-feira, seguidos de intervalos de 24 horas, durante os quais novas quantidades de vidro fundido eram produzidas (Barker, 1977a). Assim, não obstante o desconforto de trabalhar à noite duas ou três vezes por semana, os vidreiros desfrutavam ainda de um outro privilégio raro para a classe operária, o de descansar nos sábados e domingos. A partir de 1870, quando foram introduzidos os fornos de fundição contínua, eles passaram a trabalhar 48 horas por semana regularmente. As regalias de salários altos e tempo de serviço reduzido estavam evidentemente restritas à minoria dos qualificados, já que para o conjunto da classe vigoravam as condições da época, inclusive quanto ao emprego de menores, como registrou Marx indignado:

"And this in the year of progress 1865! Without considering the expenditure of strength in lifting and carrying, such a child, in the sheds where bottle and flint glass are made, walks during the performance of his work 15-20 miles in every 6 hours! And the work often lasts 14 or 15 hours!" (Marx, 1977, p.251)

Mesmo com tais excessos, o número médio de horas trabalhadas na produção de vidro esteve sistematicamente abaixo da média da indústria inglesa ao longo de todo o século XIX, como pode ser visto na tabela abaixo:

TABELA II : Horas de trabalho semanal na Grã-Bretanha: 1850 - 1890

	1850	1860	1870	1880	1890
a) Indústria de vidro	56.5	56.9	55.2	54.0	53.7
b) Outras Indústrias (média)	59.6	59.1	57.4	55.2	54.7

Fonte: Bienefeld, 1972

O ambiente de trabalho entretanto era dos mais árduos, e nesse aspecto não havia discriminações:

"Those who have never been in what is familiarly termed a 'glass-house' may have some difficulty in understanding the mode in which it is arranged. Imagine then a large room or building with a furnace in the centre, having several mouths or openings to the furnace, and the melting-pots just within these mouths, enveloped in a fierce heat. A passage is left open around this furnace, where the workmen take up their stations; and on the other side of this passage are the openings to numerous ovens of furnaces, wholly distinct from the central furnaces. If we therefore picture to ourselves a pathway going round a central furnace, and being itself bounded by other furnaces, we shall form some conception of the kind of place where the glass-makers work. To say that they are "between two fires" is only part of the truth; they are between and adjacent to a dozen fires, and become exposed to the action

of one as soon as they leave another. There is very little light in the glass-house except what is derived from the opened or partially opened mouths of the furnaces..." (Penny Magazine, 1844, p.251)

Não obstante o emprego de crianças, as mulheres eram poupadas de enfrentar esse ambiente. Apenas em algumas tarefas na fase de acabamento havia um certo uso de mão de obra feminina (Penny Magazine, 1844). Embora sua participação tenha crescido um pouco após 1850 (vide tabela III), a força de trabalho nessa indústria continuou sendo basicamente masculina. Mesmo em 1930, quando, através de mecanização, completou-se o processo de mudança na estrutura do emprego e várias profissões novas foram criadas, a presença de mulheres atingiu a modesta cifra de 17.4%.

TABELA III : Emprego na Indústria de Vidro (1841 - 1931)

Ano	Total	Mulheres	% Feminino
1841			4.2
1851	7.376	313	7.9
1861	12.978	1.026	8.5
1871	16.840	1.426	8.8
1881	21.304	1.875	7.6
1891	23.295	1.763	8.1
1901	28.208	2.290	8.4
1911	31.389	2.647	8.7
1921	34.035	2.962	14.9
1931	48.285	7.188	17.4
	41.977	7.317	

Fonte: Brown, 1970

Tão importante quanto a qualificação, outro elemento chave para sustentar os salários dos vidreiros eram as condições de acesso à profissão. Em primeiro lugar, só aqueles nascidos numa família de trabalhadores do ramo tinham direito aos ensinamentos dos segredos do ofício. Demais, o período de aprendizado durava no mínimo sete anos. Por fim, o controle sobre a entrada de novos quadros não advinha apenas da obediência às tradições, mas sobretudo de medidas práticas, aplicadas sob a vigilância da classe: Todo operário desempregado recebia do sindicato uma pensão de uma libra por semana, para que ele não precisasse usar seus conhecimentos como fonte de renda, treinando estranhos. (Barker, 1977, a)

Com isso, eles dispunham de relativa liberdade na escolha de seus patrões:

"An extreme example of the mobility of the skilled glassworker is given by Thomas Gerand. In 1849 Gerand worked at Dumbarton for about nine months after having left Pilkingtons. On leaving Dumbarton he went to Birmingham and from there to America and Canada where he worked as a blower in New Jersey, Montreal and Philadelphia. He then returned to Pilkingtons but left their employment to work at Sunderland and later at Naiser, near Bristol, before returning, once again, to Pilkingtons. That such mobility created problems for the entrepreneur is obvious and requires no comment."
(Logan, 1972, p.184)

Para limitar essa mobilidade os empresários procuravam estabelecer contratos de trabalho bastante rígidos, pelos quais o empregado se comprometia, sob pena de prisão, a permanecer na firma durante vários anos. Dado que o poder dos empregados também não era pequeno, os instrumentos legais tinham certa eficácia, ao mesmo tempo em que consistiam numa fonte potencial

de conflitos, dando origem às vezes a longas disputas judiciais, como relatou Barker (1977a, cap.6). Mas a própria existência de contratos desse tipo revela o grau de dependência da indústria em relação ao trabalhador qualificado.

É interessante fazer aqui uma breve comparação com a indústria americana, que empregava as mesmas técnicas de produção e enfrentava uma escassez de vidreiros superior à da Inglaterra. Por volta de 1830 existiam firmas operando nos Estados Unidos com uma estrutura de custos onde a participação dos gastos com mão de obra representava cerca de 53%; e, segundo os levantamentos censitários de 1850, no conjunto do setor esta parcela atingia, em média, a 43% (Scoville, 1948, pp.30-31). Curiosamente, o comportamento dos empresários contribuía para a manutenção destes níveis, posto que um dos principais focos de atritos entre eles resultava da disputa pela contratação de trabalhadores, tornando a oferta de salários um verdadeiro leilão, cujas cotações frequentemente superavam os ordenados de professores e outras profissões liberais. Atraídos pelas oportunidades oferecidas no mercado de trabalho americano, alguns vidreiros ingleses se arriscavam a burlar a legislação de seu país, que até 1825 proibía a emigração de operários qualificados. Pearce Davis registra o caso de um grupo de pessoas que, a convite de uma firma de Nova Iorque, saiu clandestinamente do Reino Unido, tendo sido preso e repatriado antes de chegar ao seu destino (Davis, 1949, p.52). Mais do que os salários elevados, o grande fascínio dos Estados Unidos residia no exemplo daqueles ex-operários que haviam se transformado em empresários bem sucedidos no ramo. Com todos esses incentivos, aliados às constantes viagens à Europa de emissários da indústria em busca de trabalhadores, a escassez de vidreiros jamais foi superada. O dilema só desapareceu quando, por meio de uma revolução na base técnica do setor, eliminou-se aquela categoria profissional, tal como definida pelos padrões vigentes até o século XIX.

5.4. As Formas de Concorrência: O Cartel do Vidro Plano

Os benefícios auferidos pelos produtores de vidro com o advento da Revolução Industrial foram marcadamente assimétricos. De um lado, as descobertas tecnológicas daquele período não afetaram o setor; mas, de outro, a ampliação sem precedentes dos horizontes de mercado tornou possível o crescimento do ramo, a despeito de sua base técnica inadequada à acumulação de capital e das intensas flutuações da demanda. Conforme comentamos anteriormente, o comércio exterior, a diversificação da oferta e a propriedade de vários estabelecimentos funcionavam como mecanismos de defesa à instabilidade do consumo interno que, no caso do vidro plano, eram complementados ainda pela ação reguladora de um cartel. Desta maneira, a assimetria das oportunidades de expansão, e mais a presença do cartel, trouxe consequências notáveis para o "modus operandi" da indústria, no sentido de acentuar os desequilíbrios entre as práticas estabelecidas no plano da concorrência e as restrições vigentes no plano da produção.

amente: O cartel operava segundo critérios fixados rigorosamente:

"The Association was chiefly concerned with regulating the prices at which manufacturers sold their glass to merchants and dealers. The tariff took account of regional differences and this respect for the traditional channels of trade gives the lists of prices a realistic appearance and suggests that these arrangements may have been preceded by many years of trial and error. There were three separate English price lists: for London; for Liverpool, Manchester, Leeds, Sheffield and Birmingham; and for Newcastle glass sold to 'country dealers'. Ireland had its own list and so had Scotland."
(Barker, 1977 a, p.46)

Para os momentos de crise, como na recessão de 1838, as medidas de controle da oferta global e da distribuição das parcelas de mercado especificavam detalhadamente os direitos e obrigações de cada empresa:

"Each firm's quota was to be based upon the proportion that its output had borne to the total production of the country during the four years 1834-7. (...) Provision was made for a system of fines in order to penalise those concerns which had exceeded their quota. At the outset, each firm was to pay into a central fund the same number of shillings as its allotted weekly quota of tables of glass. From these payments each stood to lose one shilling for every excess table produced. There were, however, arrangements to wipe out such fines if output subsequently fell below the allocation to such an extent that the prescribed limit was not exceeded over three consecutive quota periods."
(Barker, 1977 a, pp.70-71)

Assim, dado o controle de preços, a política de crescimento ao nível da firma apoiava-se na melhoria da qualidade do produto e no controle de uma rede eficiente de comercialização no país e no exterior. Do ponto de vista dos interesses de nosso estudo, duas características desse estilo de concorrência merecem ser observadas: A primeira diz respeito ao papel estratégico conferido às inovações, como instrumento de ampliação das fatias de mercado da empresa durante os ciclos de prosperidade do ramo. Isso constitui provavelmente uma das peculiaridades mais excepcionais da indústria de vidro pré-vitoriana, porque o progresso tecnológico da primeira metade do século XIX se distinguiu justamente pela liberdade de acesso às inovações, neutralizando assim seu poder discriminatório (vide capítulo 3); somente quando o capital adquiriu o domínio absoluto dos conhecimentos que organizam a base material da produção tornou-se viável sustentar

posições de mercado a partir de modificações programadas nas técnicas produtivas. A segunda característica é a de que a competição via qualidade implicava por certo em agravar a deficiência maior da indústria, sua dependência em relação ao trabalho qualificado, não só reforçando o poder de barganha do vidreiro, como também alargando a defasagem entre a pressão a inovar e a capacidade de cumprir este objetivo. Tratava-se portanto de um estilo de concorrência cujas contradições não poderiam ser mais intensas, combinando elementos típicos da fase de maturidade do capitalismo (concorrência oligopolista com diferenciação de produtos) com outros já superados em alguns ramos desde o início da Revolução Industrial (processo de trabalho centrado em habilidades artesanais).

A introdução do "cylinder process" na Inglaterra ilustra bem os dois pontos acima. Desde meados do século XVIII este método já era empregado em outros países da Europa, substituindo o "broad" e o "crown glass". Embora superior em termos da qualidade do produto, para as firmas inglesas, ao contrário de suas congêneres do Continente, a lucratividade desta técnica não ultrapassava a do "crown glass", devido aos critérios tributários aplicados à produção de vidro no Reino Unido. Como explicou Barker,

"The duty on window glass was levied by weight but the glass was sold by size and quality. With the duty so high - twice the prime cost of production - the manufacturer had every incentive to make his panes very thin so that they would weigh as little as possible. He then paid the minimum possible duty and yet received roughly the same market price since the size was not affected at all and the quality very little. Because it was made by a centrifugal process, crown glass could be made thinner than sheet. It was easier to spin out a thin table than to blow a thin cylinder." (1977 a, p.59)

No entanto, a opção de reduzir as margens de lucro em troca de maiores parcelas de mercado seria sem dúvida atraente para muitas empresas, tendo em vista as regras de competição em vigor. Mas a principal dificuldade em adotar tal estratégia residia na ausência de vidreiros ingleses com conhecimentos especializados no "cylinder process". Na década de 1830 algumas firmas começaram a enfrentar este obstáculo e, seguindo o exemplo de William Chance, passaram a trazer vidreiros do Continente, dando início à difusão, ainda que restrita, daquele método na Inglaterra. E aqui surge o segundo ponto que nos interessa: Em 1845 foram abolidos os impostos que incidiam sobre a indústria, inaugurando uma fase de expansão do consumo interno, ao mesmo tempo em que eliminava as desvantagens econômicas do "cylinder process". Com isso, as firmas que já haviam introduzido este método beneficiaram-se duplamente. Além de dispor de uma técnica mais avançada, estavam relativamente protegidas de outros competidores locais, em virtude da escassez de mão de obra qualificada, reforçando, por conseguinte, sua capacidade de explorar as novas oportunidades de mercado.

5.5. As Formas de Concorrência: A Heterogeneidade Crescente do Período Vitoriano

O grande ciclo de expansão da economia inglesa (1850 - 1873) na era vitoriana datou o início de uma série de transformações importantes na indústria de vidro, cuja origem deveu-se a três medidas de política econômica: a eliminação do imposto sobre a produção de vidro em 1845, do imposto de consumo de vidro plano em 1851, e das tarifas aduaneiras em 1857. Estas medidas refletem uma mudança de atitude do governo britânico em relação à indústria, até então considerada como produtora de bens de luxo, e por isso sujeita a pesados encargos fiscais, tanto ao nível da produção como de consumo. Seus efeitos entretanto foram muito além do que a simples ampliação de mercado. Ao lado de redefinir completamente os parâmetros de concorrência, introduzindo um elemento antes desconhecido pelas firmas do ramo

- a rivalidade dos produtos importados - a nova política governamental abriu o caminho para um processo de segmentação da indústria que se prolongou por toda a segunda metade do século e finalmente adquiriu seus traços definitivos com as mudanças tecnológicas ocorridas entre 1890 e 1930.

Do ponto de vista dos estímulos ao crescimento, a expansão vitoriana beneficiou particularmente os fabricantes de vidro plano. Os investimentos na indústria de construção civil - principal fonte de demanda daquele setor - representavam em 1840 cerca de 20 a 25% da formação bruta de capital fixo da economia, enquanto que nos anos 70 tinham ultrapassado a 30% (Church, 1975, p.34). A elevação do consumo foi ativada ainda por uma redução da ordem de 50% nos níveis de preços, em consequência da queda do imposto em 1845 (Barker, 1977 a), seguida por uma tendência declinante que perdurou até 1910 (Maiwald, 1954). Em contrapartida, este foi o ramo mais afetado pelo afluxo de importações, além de ter atraído a entrada de novos concorrentes locais.

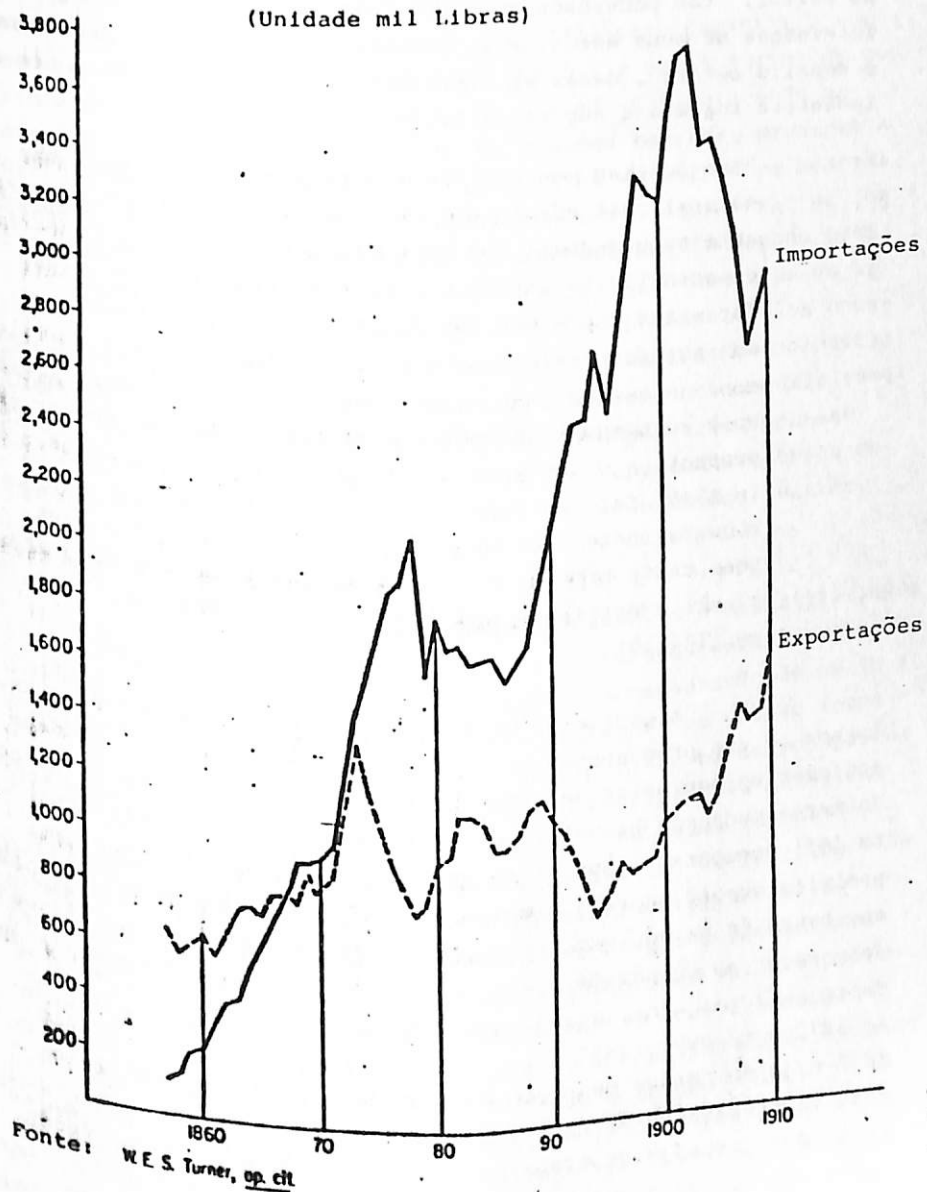
A criação de novas empresas teve consequências limitadas e de curta duração. Mal preparadas para enfrentar a concorrência dos fabricantes já estabelecidos na indústria, sobretudo aqueles que estavam abandonando o "crown glass" pelo "sheet glass" ('cylinder process), e inexperientes em planejar suas operações de acordo com as normas ditadas pelo cartel, as firmas recém-criadas fracassaram em pouco tempo. Segundo Colin Brown (1970), só no ano de 1846 pelo menos 5 empresas foram fundadas para produzir vidro plano, mas não conseguiram resistir sequer à primeira recessão do setor em 48-49. Se os empreendimentos internos revelaram-se inócuos, com as importações ocorreu exatamente o oposto. Dois anos após a suspensão das tarifas, a oferta de produtos importados (de origem belga na sua maioria) já havia dobrado em valor (vide gráfico VII), e continuou a crescer espetacularmente nas décadas seguintes, absorvendo quase toda a ampliação do mercado no período, além de aniquilar o papel do comércio exterior como fonte alternativa de crescimento para as firmas britânicas.

GRÁFICO VII

EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES DE VIDRO

Reino Unido, 1857 - 1910

(Unidade mil libras)



É interessante notar que os mecanismos protetores do cartel, tão poderosos no plano interno para administrar os interesses de seus associados, resultaram inoperantes para conter o desafio externo, dadas as diferenças de rentabilidade entre a indústria inglesa e sua rival belga:

"The Belgian manufacturers exploited to the full the natural cost advantages which they enjoyed and so were able to undersell the home producers in other countries, especially in the more common grades of sheet glass for which there was the largest market. Although coal was not particularly cheap in Belgium, and was certainly more expensive than in England, other costs were lower. Most contemporaries emphasised labour as the factor of production which gave the Belgians a particular advantage. In 1841, for instance, R. L. Chance found that glass blowers there made 50 per cent more glass in a week than their British counterparts and received less than a half a British glass-maker's wage." (Barker, 1977a, pp.117-118)

A partir de 1860 o esforço pela redução de custos tornou-se uma preocupação central para os fabricantes ingleses, ansiosos em equiparar seus níveis de produtividade aos da Bélgica. Inúmeras mudanças tecnológicas foram introduzidas neste sentido. Em 1861 começaram a entrar em operação os fornos Siemens, que permitiam poupar energia e melhorar a qualidade do vidro. Em 1870, com o uso de um equipamento chamado "Bievez lehr", a tarefa de desaquecer as chapas de vidro na fase de acabamento passou a ser feita em 30 minutos, quando antes durava cerca de 7 a 8 horas. Em 1872 o "crown glass" foi completamente excluído do mercado. Em 1873 os alto fornos de processamento contínuo racionalizaram a fase de preparação de matérias primas e viabilizaram a reorganização das jornadas de trabalho em todas as etapas da produção... Estes são apenas alguns exemplos das inovações que possibilitaram a melhoria de rentabilidade da indústria entre 1860 e 1890, embora mantendo intacta a concepção básica de seu processo produtivo.

Junto com as inovações, os grandes produtores de vidro plano lançaram mão de dois outros mecanismos de defesa à concorrência externa: Integração vertical, para garantir o suprimento de alcalis e carvão a baixos custos, e novas formas de controle de mercado interno através do cartel. Estabelecendo um sistema permanente de consultas, as grandes empresas passaram a dividir entre si os encargos de comprar os concorrentes menores, segundo critérios que visavam manter um certo equilíbrio de forças dentro do ramo. A troca de informações servia também para restringir a difusão de inovações patenteáveis. Com base em licenças cruzadas e acordos de exploração de patentes, elas conseguiram vedar às demais firmas o acesso às novidades tecnológicas (Barker, 1977 a). Tais políticas não demoraram em produzir resultados; já em 1861 o cartel estava dominado por três empresas (Chance, Pilkington e Hartley) cujo peso representava cerca de 75% da oferta interna de vidro plano no Reino Unido. (Barker, 1977 a).

A evolução dos ramos de garrafas e utensílios após 1850 pouco tem a ver com o relato dos parágrafos anteriores, a não ser quanto ao aspecto tecnológico. Acompanhando de perto a modernização da indústria, as firmas destes ramos várias vezes estiveram adiante dos produtores de vidro plano na introdução de inovações. Por exemplo, o processamento contínuo das matérias primas teve início no setor de garrafas. Da mesma forma, a primeira firma inglesa a usar um forno Siemens foi um fabricante de utensílios. Aqui, no entanto, o progresso técnico não alimentou tendências concentradoras, provavelmente devido à inexistência de cartéis e outros mecanismos como a integração vertical ou as tentativas de liquidar as pequenas empresas. Por fim, a produção de garrafas e utensílios só começou a ser afetada seriamente pelas importações depois de 1875, quando a economia inglesa já havia entrado na depressão que durou de 1873 a 1896 e marcou o término de sua hegemonia no capitalismo internacional. Não se

tratava, portanto, como no caso do vidro plano em 1850, de disputar um mercado em expansão com competidores externos, mas de efeito combinado de dois obstáculos ao crescimento. Assim, o desafio das importações não estimulou aqui mudanças excepcionais; apenas uma gradativa retração destes ramos.

5.6 O Caráter das Inovações

Visto sob o ângulo das relações entre formas de concorrência e organização do processo de trabalho, o período compreendido entre 1780 e 1890 constitui uma fase bem definida da história da indústria de vidro. Enquanto que no plano da concorrência configurava-se uma estrutura oligopolista cada vez mais complexa e heterogênea, a órbita da produção continuava sob o domínio do trabalhador qualificado. Em outras palavras, o fenômeno que confere a identidade desse período é a permanência de uma subordinação apenas formal do processo de trabalho em relação ao capital. (1) Desta maneira, o material reunido nas seções anteriores representa uma unidade analítica para os objetivos do nosso estudo, no sentido de delimitar um estilo próprio de incorporação de progresso técnico. Convém indicar portanto as conclusões

(1) As anotações de Marx (1971) sobre subordinação formal e subordinação real, incluídas no chamado capítulo inédito do *Capital*, (pp. 54 a 77), constituem, junto com o capítulo XV do volume I (*Maquinária e Indústria Moderna*), as duas principais peças de sua visão do progresso técnico como elemento formador das características estruturais do modo de produção capitalista. Conforme comentamos na primeira parte deste trabalho, esta abordagem foi praticamente abolida pelos economistas de tradição marxista neste século, que preferiram explorar o filão ricardiano, onde as inovações aparecem apenas como resultados de conflitos na órbita da distribuição. Recentemente, o livro de Braverman (1974) ressuscitou o interesse pela proposta inicial de Marx, tendo dado origem a uma série de estudos sobre processo de trabalho. (Para uma resenha dessa literatura, ver Elger, 1979). No capítulo de conclusões deste trabalho procuramos mostrar os pontos de contato e de divergência existentes entre o nosso enfoque e a linha adotada por Braverman e seus seguidores. Cabe lembrar aqui tão somente que, ao contrário de Braverman, o centro de nossas preocupações não é aprofundar o debate sobre hierarquia e controle do processo de trabalho, mas elaborar um conceito de progresso técnico que procura associar a proposta de Marx às idéias schumpeterianas de "destruição criada" e "ciclos tecnológicos de longo prazo".

parciais que podem ser extraídas a esta altura, antes de passarmos ao novo cenário que começa a surgir na década de noventa.

Se estivéssemos utilizando as categorias fornecidas pela teoria econômica contemporânea para tratar o nosso tema, além de chamar atenção, a título de curiosidade, para certas características precoces da indústria, concluiríamos a análise desse período mostrando que as inovações foram predominantemente redutoras de custos, sobretudo os de energia e mão de obra, em virtude da escassez relativa desses "fatores de produção". Apesar de convicente à primeira vista, este tipo de síntese deixa de lado elementos indispensáveis à compreensão de por que o desenvolvimento dessa indústria foi tão peculiar. A armadilha é simples: Quando pensamos no progresso técnico exclusivamente dentro dos parâmetros da repartição do produto entre lucros e salários, o estudo sobre as condições de produção, entendidas no sentido lato (base material e organização do capital), aparece no debate teórico como instrumento auxiliar, destinado a esclarecer o tema central (o conflito lucros/salários), e não como objeto de reflexão teórica per se. Assim, ainda que ao nível da análise empírica sejamos eventualmente levados a entrar em considerações minuciosas sobre "processo de trabalho", "pressão a inovar", "automação", etc., no instante de realizar o esforço de síntese, esses tópicos retornam ao seu devido lugar de "aspectos da realidade". Como não existe lugar para eles entre as categorias de primeiro plano, o papel do progresso técnico é "filtrado" através de seus "resultados gerais" (contribuição ao crescimento e impacto distributivo). No entanto, quando invertemos nossas prioridades teóricas, a principal característica das inovações deixa de ser a redução de custos, conforme apontamos nos próximos parágrafos.

Com base em modificações no consumo de matérias primas, em melhorias no desenho das fábricas, na simplificação de várias tarefas, na coordenação interdepartamental da produção,

etc., a indústria de vidro dispunha em 1890 de uma versão mais eficiente da mesma estrutura produtiva que vigorava na Revolução Industrial. Este ramo atravessou incólume, portanto, dois grandes ciclos tecnológicos do capitalismo, incorporando apenas marginalmente as principais descobertas. Como mostrou recentemente R. Samuel, se tomarmos a potência instalada em cavalos-va por como medida do grau de mecanização, enquanto a siderurgia inglesa usava 322 HP por estabelecimento em 1870, a textil de algodão 118.3, a indústria de vidro contava com apenas 18.5 naquele ano (1977, p.18).

Observando a evolução similar da indústria americana no período, Pearce Davis (1949) interpretou tais contrastes nos seguintes termos:

"Explanation is to be found, at part, in the nature of the physical properties of glass and in the character of the technical process of glass-forming. The peculiar physical properties of glass made the proposition of mechanical manipulation, particularly mechanical transfer from the melting furnace, a problem of great complexity. Such factors as density, thermal conductivity, viscosity, surface tension, and the relation of all these to temperature variation required minute consideration. In hand or craft production the worker recognized the manifestations of these interrelationships instinctively and suitably modified and varied his operations to conform with physical change and the conditions of the individual situation. His skill was employed to overcome physical variability or defect. Inventors of mechanical technique were faced with the necessity of developing adequate substitutes for the flexibility of the handicraft system. A further barrier to mechanization of the glass industry lay in the range, flexibility, delicacy, and great variety of motion practiced in manual

glass production. To replace by machine the dexterity and flexibility of the human hand in these operations long seemed virtually impossible." (pp. 173-4)

Do confronto entre a pressão a inovar, inerente ao padrão de concorrência estabelecido, e os obstáculos à mecanização, que combinavam as dificuldades apontadas por Davis com a resistência dos vidreiros em abrir mão de seus privilégios, surgiu um estilo de mudança tecnológica cujo traço mais notável foi o seu caráter passivo, dada sua incapacidade em alterar substancialmente a organização do processo produtivo. É interessante notar contudo que este impasse foi singular apenas quanto à sua intensidade, e por ter ~~convivido~~ por mais de um século com o capitalismo industrial, posto que, de uma perspectiva macroeconômica, ele consiste na manifestação de um dos fenômenos gerais de desenvolvimento capitalista, discutido no capítulo anterior: a geração de desequilíbrios intersetoriais na base técnica do sistema. Com efeito, novamente aqui a indústria de vidro reproduz de forma radical uma experiência recorrente na evolução do capitalismo, a de enfrentar problemas temporariamente insolúveis, face às restrições impostas pelo nível de desenvolvimento das forças produtivas da época. No caso do vidro foi preciso aguardar o terceiro ciclo de Kondratieff para que, com os avanços nos ramos da química e da mecânica, aparecessem soluções para o dilema de como submeter ao capital, em termos reais, o controle do saber técnico.

5.7. O Processo de Mecanização : 1890 - 1930

Cronologia

Na sequência de eventos que marcaram a nova fase da história da indústria a partir de 1890 quatro aspectos merecem atenção especial. Em primeiro lugar, o clássico fenômeno iterativo das reações em cadeia que em geral alimenta as ondas de inovações: Uma vez iniciada a mecanização no ramo de garrafas, as

consequências sobre os demais setores não demoraram a se manifestar, ainda que nem sempre com o mesmo grau de sucesso imediato. As formas de contágio foram as mais variadas. Em alguns casos, no setor de utensílios, tratou-se de desenvolver máquinas com base em modelos inspirados diretamente nas soluções encontradas para a produção de garrafas, contando inclusive com o eventual auxílio do próprio inventor das máquinas originais. Em outros casos, como no de certas inovações no setor de vidro plano, experiências anteriormente fracassadas foram retomadas e concluídas com êxito, através da aplicação dos novos conhecimentos disponíveis sobre as técnicas de manipulação mecânica do vidro. Por fim, e talvez mais importante que as influências diretas, o impacto das primeiras descobertas gerou um ambiente otimista na indústria quanto às possibilidades de novos inventos, tornando viáveis muitos projetos que poucos anos antes seriam considerados impraticáveis.

A biografia de Michel J. Owens (1), autor das principais invenções do período, reproduz fielmente a dinâmica acima referida. Em 1869, aos dez anos de idade, ele começou a trabalhar numa empresa americana e cinco anos mais tarde já havia abandonado as tarefas auxiliares normalmente destinadas aos menores, tornando-se um vidreiro. Assim, em 1893, quando se convenceu de que seria possível mecanizar a etapa central da produção de vidro, Owens contava com quase vinte anos de prática profissional, conhecendo em detalhe os segredos de seu ofício em todos os ramos da indústria. O desenvolvimento do projeto das primeiras máquinas foi financiado por seu patrão da época, Edward D. Libbey, posteriormente seu sócio nas várias empresas controladas pela "Owens Bottle Company". Após ter se transformado num empresário com os frutos de suas invenções, à medida em que seus negócios prosperavam Owens pode usar sua experiência de ex-operário para entender as aplicações de suas idéias ao conjunto da indústria. Desta maneira, quer através do desenho de novos modelos, adaptando versões antigas para outras finalidades; da compra de patentes de empresas falidas, corrigindo os defeitos

responsáveis pelo fracasso da concepção inicial; ou da venda de licenças de fabricação de seus equipamentos, ele contribuiu mais que qualquer outro empresário de seu tempo para acelerar o ritmo de mudança do setor. Quando morreu em 1923, pelo menos num país, os Estados Unidos, a mecanização da indústria estava quase completa. Sua vida confundiu-se portanto com o fenômeno histórico que em quarenta anos promoveu um salto tecnológico cujos resultados superaram os progressos acumulados nos três milênios anteriores.

O exemplo de Owens esclarece também outra questão importante. Não é por mero acaso que tanto ele como John H. Lubbers e outros inventores de sua geração tenham vindo da classe operária. Com efeito, os anos de 1890 a 1930 configuram um momento de transição nas formas de domínio das atividades produtivas, vale dizer, numa época em que o trabalho manual qualificado deixa de ser o locus de controle, abrindo espaço para a engenharia e a pesquisa científica. Como veremos adiante, quando discutirmos a consolidação dos parâmetros estruturais da indústria, o sentido da transição não foi uniforme para todos os ramos. Todavia, a origem operária das primeiras inovações não apenas confirma a localização da fonte de saber técnico da velha ordem, como também indica que dela mesma foram gerados os instrumentos de sua destruição.

O terceiro aspecto a considerar é o surgimento da indústria automobilística. Pelo requerimento de novos produtos em quantidades crescentes, pelas exigências de padronização, pelo aprofundamento dos laços de colaboração internacional da indústria nos planos técnico e econômico, pela introdução de novas formas de relacionamento fabricante-mercado consumidor, etc., o automóvel permitiu aos produtores de vidro entrarem no século vinte comprometidos intimamente com o principal símbolo da vida material dos novos tempos. Empresas como Ford, General Motors, Morris, Peugeot, Citroen, etc., frequentemente iam além das simples pressões em prol do fornecimento de vidro em quantidades adequadas e

(1) Vide Sconille, 1948

de acordo com suas especificações técnicas; desenvolvendo programas de pesquisa em associação com Pilkington, Libbey-Owens, Pittsburg Glass, St. Gobain e outras firmas importantes do ramo, e até mesmo adquirindo a participação acionária de algumas delas. Demais, o contato com a indústria automobilística facilitou aos fabricantes de vidro a absorção das novidades introduzidas por seus clientes nos campos da administração e da gerência, o Taylorismo e o Fordismo, que proviam métodos atualizados para o controle da produção mecanizada.

O quarto aspecto é a presença da indústria americana. Refletindo um fenômeno mais amplo, o da mudança do centro hegemônico do capitalismo, os Estados Unidos lideraram o processo de mecanização em todos os planos. Mesmo em relação a outros ramos industriais americanos, o dinamismo tecnológico da indústria de vidro foi impressionante. Conforme mostrou Steindl, a fatia distributiva dos salários neste setor (medida em termos de sua participação em valor adicionado) caiu de 69.7% em 1904 (a mais elevada da economia) para 35.2% em 1933, uma das mais baixas naquele ano (vide Steindl, 1976, tabelas 13 a 23). Assim, acompanhando o pêndulo da História, nosso relato daqui em diante não estará mais restrito à experiência inglesa, que passará a ser examinada à luz de comparações com o seu sucessor na liderança do mundo capitalista.

Entre 1887 e 1893 apareceram as primeiras máquinas semi-automáticas para produzir garrafas, que dispensavam apenas parcialmente o trabalho qualificado e só serviam para os modelos de boca larga. A despeito dessas limitações, a superioridade em relação aos métodos anteriores era considerável: enquanto uma equipe de cinco operários produzia manualmente 150 garrafas por hora, duas pessoas operando uma daquelas máquinas faziam 200, o que representa um acréscimo na produtividade da mão de obra da ordem de 330%. Contudo, isso consistia num ligeiro prenúncio das

mudanças vindouras. Anos mais tarde, as máquinas Owens, inteiramente automáticas e aplicáveis a qualquer tipo de garrafa, elevavam a produção para 2.500 unidades por hora!

A máquina semi-automática foi uma das poucas inovações em que a Inglaterra se antecipou aos Estados Unidos. O modelo Ashley, de fabricação inglesa, surgiu em 1887, e o similar americano, Argobast, em 1893. Mas, enquanto as máquinas Ashley jamais alcançaram sucesso comercial (vide Barker, 1968) e não estimularam outros empreendimentos do gênero, a receptividade das Argobast desencadeou uma série de iniciativas que culminou com a introdução das máquinas Owens em 1903. A partir daí a velocidade do processo de mudança cresceu geometricamente nos Estados Unidos, em virtude da difusão do invento de Owens e do esforço dos fabricantes de equipamentos semi-automáticos em disputar o mercado, oferecendo modelos mais baratos e acessíveis às pequenas firmas.

De 1903 ao fim da primeira guerra mundial, um conjunto de fatores permitiu que no interior da indústria americana a adoção das máquinas Owens não implicasse no desaparecimento imediato dos modelos concorrentes, bem como de alguns remanescentes da produção manual. De um lado, o crescimento do mercado nos anos anteriores à guerra, a resistência da classe operária à mecanização, as melhorias introduzidas nas máquinas semi-automáticas, e a drástica redução dos salários tornaram possível a convivência dos três tipos de técnicas. De outro, devido ao preço da Owens e à política de licenciamento de seu fabricante (Scoville, 1948), que procurava maximizar sua participação nos rendimentos auferidos por seus clientes com o uso da inovação, somente as grandes empresas tinham condições de comprá-la. Mesmo assim, em 1914 as 164 Owens já instaladas nos Estados Unidos eram responsáveis por 50% da produção naquele ano, e o restante distribuído entre cerca de 300 máquinas semi-automáticas e uma reduzida parcela de produção manual; e no começo da década seguinte estas proporções passaram por 90% e 10%, respectivamente.

Enquanto isso, em 1907 Owens fundou uma subsidiária em Manchester, instalando ali três máquinas (Thompson, 1924). Segundo Biram (1958), esta filial não visava dominar o mercado de vidro na Inglaterra e sim despertar o interesse das firmas pelo equipamento. Mas o efeito demonstrado não parece ter sido muito influente, dado que até 1914 entre cinco e dez unidades foram vendidas (Thompson, 1924 e Biram, 1958), subindo para 24 em 1924 (Thompson, 1924), época em que nos Estados Unidos, com mais de 200 Owens, a indústria estava inteiramente mecanizada. Também a difusão dos modelos semi-automáticos processou-se mais lentamente na indústria inglesa, acelerando-se entre 1915 e 1921, quando foram vendidas pouco mais de 100 máquinas (Turner, 1922); novamente em contraste com os americanos, que desde 1916 já haviam começado a retirar do mercado os 459 exemplares então existentes. Na verdade, a euforia americana não ofuscou só os ingleses, mas toda a Europa, onde, em 1914, num conjunto de nove países, contava-se com um total de apenas 60 Owens em funcionamento (Biram, 1958), o que correspondia a pouco mais de um terço do estoque americano naquele ano.

Embora o registro dos parágrafos anteriores mencione exclusivamente as principais inovações ocorridas na etapa central da produção, cabe lembrar que, tanto no setor de garrafas como nos demais, tais mudanças exigiram a modernização concomitante das outras etapas, numa réplica perfeita da sequência estudada por Kuznets (vide capítulo 3). Além deste, outros temas de importância indiscutível, associados à destruição do trabalho manual qualificado, não serão abordados aqui; como a criação de novas profissões, a redefinição do ofício de vidreiro, o papel da gerência na produção mecanizada, etc. Para se ter uma idéia do impacto dessas transformações sobre a estrutura do mercado de trabalho, basta tomar como indicador o emprego de crianças: 1880 e 1919, a participação de menores de 16 anos no contingente de mão de obra utilizado pela indústria de vidro nos Estados Unidos caiu de

23.48 para 1.81 (Bureau of Labor Statistics, 1927, p.12). Toda via, por motivos apontados na introdução deste texto, o tratamento dessas questões significariam uma ampliação desnecessária do nosso estudo.

No ramo de utensílios, o processo de mecanização não adquiriu proporções semelhantes aos de garrafas e vidro plano, tanto nos Estados Unidos como na Inglaterra. Devido à variedade de mercadorias do setor, a maioria das quais fabricada em pequenas quantidades, dificilmente um único tipo de máquina seria aplicável a mais de uma linha. Por outro lado, desde meados do século XIX, através do uso de prensas e outros instrumentos, diversos objetos já eram feitos mecanicamente. Demais, mesmo quando pressionadas a inovar, as firmas deste ramo dispunham ainda da alternativa de deslocar a oferta em direção àqueles produtos não afetados pela inovação, conforme observou Davis (1949). Com isso, as transformações aqui resultaram mais da absorção paulatina dos efeitos do progresso técnico da indústria em geral do que da ação de fatores internos.

Alguns produtos, como lâmpadas elétricas, lentes e vidros especiais para a pesquisa científica, consistiram sem dúvida em exceções ao quadro acima descrito. Por sua complexidade, pelos requerimentos da produção padronizada em grande escala, e por seus vínculos com um mercado consumidor crescendo aceleradamente neste século, esta parcela do setor passou rapidamente para o controle de grandes empresas, formando, a rigor, um novo ramo da indústria.

O desaparecimento das técnicas manuais na produção de vidro plano não correspondeu, ao contrário do resto da indústria, à passagem para uma situação de harmonia entre as oportunidades de acumulação de capital e o nível de desenvolvimento da base material. Na verdade, o papel da revolução tecnológica concluída em 1930 foi o de mudar a natureza das contradições;

removendo os obstáculos à subordinação real do processo de trabalho, mas sem fornecer soluções definitivas para o problema de como administrar um oligopólio internacional, isto é, como responder simultaneamente às necessidades de: a) atender à diversificação do mercado consumidor, oferecendo a baixos custos mercadorias padronizadas segundo especificações rigorosas; b) sustentar as barreiras à entrada de novos concorrentes; e c) garantir margens de lucro compatíveis com o ritmo de expansão da indústria. Por isso, os comentários que faremos adiante dizem respeito a uma situação transitória, durante a qual nasceram as condições para que décadas mais tarde os métodos de produção do setor fossem novamente redefinidos.

Em 1903 a indústria americana começou a usar o processo de Lubbers, conhecido como "cylinder machine". Sua concepção era similar ao método manual, realizando mecanicamente a delicada tarefa de formar os cilindros que davam origem às chapas de vidro. Ainda que a qualidade do produto não fosse homogênea, e absorvesse mais mão de obra direta que as técnicas anteriores, o simples fato de dispensar o trabalho qualificado garantiu a sua aceitação no mercado. Segundo Harry Jerome (1934), "by 1905 many hand plants had gone out of business, wages of blowers and gatherers were reduced 40 per cent, and the new machine may be said to have achieved commercial success" (p.98). Contudo, as técnicas manuais sobreviveram ainda por duas décadas, como pode ser visto na tabela IV.

TABELA IV: Participação das técnicas manuais na produção de vidros para janelas nos Estados Unidos : 1899 - 1926.

Período	Percentual
1899 - 1900	100
1913 - 1914	44
1915 - 1916	39
1919	34
1922 - 1923	24
1925	6
1926	2

Fonte: H. Jerome, 1934, p.101

Em 1917 o grupo Libbey-Owens lançou o "sheet process", desenvolvido a partir de uma patente adquirida em 1912 juntamente com a massa falida da empresa Colburn Machine Glass Co., que durante vários anos havia tentado realizar a inovação, embora sem atingir a etapa de aplicação comercial. Tal como a versão similar do belga Emile Fourcault, introduzida no mercado americano na mesma época, a principal vantagem do processo Libbey-Owens sobre o de Lubbers residia na eliminação da tarefa de formar os cilindros de vidro. Ao lado disso, em comparação com as técnicas manuais, representava uma economia da ordem de 70% nos custos diretos de mão de obra (Bureau of Labor Statistics, 1927), apesar de não resolver completamente os problemas de qualidade do produto. Conforme mostra a tabela IV, até aquele ano o processo Lubbers já absorvera mais de 60% do mercado. A partir daí começou o seu declínio, e, em 1929, com o total desaparecimento das técnicas manuais, a produção de vidros para janelas nos Estados Unidos estava distribuída em: 44.1% obtidos pelo método Fourcault, 35.6% pelo Libbey-Owens, e 20.3% pelo Lubbers (U.S. Tariff Commission, 1932).

Na Inglaterra do início deste século o setor de vidro plano reduzira-se a duas empresas, Pilkington e Chance, como resultado das tendências concentradoras descritas nas seções anteriores. Pilkington, a despeito das dificuldades com a concorrência de produtos importados, tornou-se o fabricante mais poderoso do cenário internacional da época (Barker, 1977 a). Na condição de virtual monopolista no mercado interno, conseguiu atravessar, em meio a vitórias e derrotas, os anos turbulentos de reorganização tecnológica da indústria. Chance, de dimensões mais modestas, sobrevivia à sombra da liderança de seu parceiro, mantendo uma independência formal até 1936, quando cedeu à Pilkington a opção de compra de suas ações (The Monopolies Commission, 1968).

Observando atentamente o ritmo de modernização da indústria americana, Pilkington preferiu concentrar seus esforços

no desenvolvimento da tecnologia de "plate glass", visando transformá-la num processo contínuo e rentável (Barker, 1977a; e Cook, 1958). Quanto a outras alternativas, sua atitude era a de acomodar o desempenho das inovações no exterior e utilizá-las, sob licença, quando lhe parecesse conveniente. De 1901 a 1919 seus investimentos em pesquisa produziram modificações importantes naquela técnica, no sentido de elevar a velocidade de processamento, aperfeiçoar a qualidade do produto e simplificar diversas tarefas. Mesmo sem ter realizado ainda a meta da continuidade, tais resultados asseguraram a liderança internacional da Pilkington na produção de um tipo de vidro cuja principal fonte de demanda vinha da indústria automobilística. A esta altura, Henry Ford, já então proprietário de fábricas de vidro nos Estados Unidos, adotara uma linha de pesquisa similar, confiando, segundo suas próprias palavras, de que "...we ought to be able to manufacture glass continuously in a big ribbon and with no hand work at all" (Cook, 1958, p.304). Desta convergência de interesses surgiu o convênio de colaboração assinado pelas duas empresas em 1919, o que por sua vez deu origem à principal contribuição inglesa do período em análise, o processo Pilkington-Ford para a produção contínua de vidros laminados.

Entretanto, na condução de sua política de compra de licenças Pilkington enfrentou dificuldades sérias. Em 1909, após vencer sua indecisão quanto às vantagens do método Lubbers, resolveu adquirir uma licença com direitos de uso para o Reino Unido e Canadá. Conforme comentou Barker (1977a):

"This was a momentous decision, for it committed the company to considerable expenditure upon a machine which was not continuous at a time when, on the continent and in America, flat drawn continuous processes were being developed which, before long, would mechanize window glass manufacture completely and make the drawn cylinder apparatus obsolete. Pilkington's interests in Canada

had started a chain of events leading to a premature investment which was to make the really important move into flat drawn glass all the more difficult later on. Indeed, (...), the delay almost caused the company to abandon sheet glass manufacture altogether at the end of the 1920s." (p.216)

A resistência inicial da Pilkington em adotar a "cylinder machine" decorria basicamente da qualidade irregular do produto obtido por este método. Ao adquirir a licença sua expectativa era de que, através de adaptações no projeto original, seria possível superar o problema. Como isso não ocorreu, a produção de vidros para janelas continuou sendo feita em sua maior parte pelas técnicas manuais. No Canadá, onde pretendia utilizar exclusivamente processos mecanizados, a experiência fracassou totalmente, e, em 1924, a filial foi fechada. Tais prejuízos arrefeceram os ânimos da empresa para com as inovações subsequentes. Assim, em 1926, quando todos os seus concorrentes internacionais já haviam optado por Fourcault e/ou Libbey-Owens, Pilkington permanecia em dúvida, tentando ainda manter uma elevada parcela de produção manual. Naquele ano, na eminência de perder o mercado de construção civil, decidiu-se por um novo processo, desenvolvido pela Pittsburgh Plate Glass. Somente em 1933, com um atraso de mais de uma década em relação a outras firmas de seu porte, completou o reaparelhamento de suas instalações.

A reação dos Vidreiros

A destruição do poder de barganha do vidreiro americano nas primeiras décadas deste século constitui provavelmente um dos capítulos mais dramáticos da história sindical daquele país. Organizações como "Window Glass Workers of America", "Green Glass Bottles Blowers' Association of the United States and Canada", e "American Flint Glass Workers' Union", detinham, por volta de 1890, uma soma de poderes que, segundo Pearce Davis

(1949), outros sindicatos jamais conseguiram alcançar nos Estados Unidos. Naquela época, empresa alguma ousaria alterar os níveis de remuneração, a hierarquia salarial, as horas de trabalho, ou mesmo as normas do sistema de aprendizado, sem o consentimento prévio dos vidreiros. Trinta anos depois o progresso técnico reduzira este poderio a uma pálida caricatura do passado. Não pretendemos reconstituir aqui os detalhes sobre como foi possível, neste curto intervalo de tempo, aniquilar política e economicamente um grupo profissional tão coeso e atuante. Tratamos apenas de, com base nos eventos registrados por Davis e Scoville, fazer um contraponto aos comentários da seção que encerra este capítulo.

Durante a fase em que existiam apenas máquinas semi-automáticas, os sindicatos proibiam aos seus membros operá-las e/ou prestar qualquer tipo de colaboração que pudesse contribuir para o desenvolvimento de novos modelos. Assim, nos primeiros anos, a inovação ficou restrita a empresas recém-criadas, que empregavam operadores não sindicalizados. Quando surgiu a invenção de Owens esta atitude tornou-se insustentável. Cientes da ameaça de extinção da classe, procuraram estabelecer uma estratégia de resistência que constava de: a) Concordar com a redução dos salários, para tornar os métodos semi-automáticos mais competitivos; b) Suspender as antigas restrições sindicais quanto ao número de horas trabalhadas, descanso remunerado, condições de trabalho, etc., visando o mesmo objetivo do item anterior; c) Colaborar com pequenos empresários no desenvolvimento de técnicas que não abolissem o trabalho manual qualificado; e d) Garantir o cargo de operador de máquinas semi-automáticas para os operários qualificados.

Versões modificadas da mesma estratégia foram tentadas nos demais ramos da indústria. O traço comum entre elas residia no esforço de aplicar os conhecimentos da classe à busca de alternativas tecnológicas que permitissem a sobrevivência de

pequenas e médias empresas, preservando oportunidades de emprego, além de contrabalançar parcialmente o enfraquecimento dos sindicatos. Com isso, criou-se uma situação peculiar: De um lado, grandes empresas liderando a mecanização da indústria e alargando suas parcelas de mercado; de outro, operários, pequenas e médias empresas, aliados numa luta inglória contra o desemprego e a centralização de capitais. Recuando sucessivamente em suas posições à medida em que seu ofício ia sendo redefinido pelo progresso técnico, restavam ao vidreiro americano da década de vinte as opções de emigrar para países subdesenvolvidos, aceitar as condições de emprego oferecidas pelo novo mercado de trabalho ou mudar de profissão. Por uma ironia amarga da História, um dos líderes da ala radical do "American Flint Glass Workers' Union" em 1880, notável por sua agressividade na defesa dos interesses da classe, era um jovem de 21 anos chamado Michel Joseph Owens...

Na Inglaterra, devido ao ritmo mais lento do processo de mudança e à sua defasagem em relação aos Estados Unidos, o movimento sindical não chegou a formular estratégias coletivas. No instante em que a difusão das novas técnicas tornou-se mais rápida, o exemplo americano já havia demonstrado que seria inútil resistir organizadamente.

A consolidação dos parâmetros estruturais

Nas seções precedentes procuramos organizar a cronologia da mecanização enfatizando as diferenças internacionais e intersetoriais no ritmo de mudança, bem como as variações no desempenho das novas técnicas vis-a-vis os métodos manuais. Entretanto, para analisar suas consequências de longo prazo, aqueles anos de reconstrução tecnológica da indústria devem ser vistos também como representativos de um outro fenômeno não mencionado nas comparações acima: a passagem de uma etapa onde as características da subordinação formal do processo de trabalho eram idênticas nos três segmentos da indústria em direção a outra em que se

manifestam pelo menos duas modalidades distintas de subordinação real. Enquanto prevalecia a produção manual, a heterogeneidade da indústria estava restrita, conforme vimos, às diferenças nos graus de concentração dos setores e nos estilos de concorrência. Na produção mecanizada o corte tornou-se mais profundo, abrangendo agora as formas de domínio das atividades produtivas.

Neste sentido, vidro plano e garrafas são dois exemplos polares. No primeiro caso, a despeito das limitações já apontadas, o progresso técnico conferiu à pesquisa científica o papel de instrumento decisivo para a formulação da política de longo prazo da grande empresa. Ao lado de centralizar a produção de conhecimentos, o departamento de pesquisas absorveu as funções de: a) Manter atualizados os canais de comunicação do fabricante de vidro com seus principais mercados consumidores; b) Identificar novos mercados potenciais; c) Prever o ciclo de vida dos produtos da empresa; e d) Avaliar as possibilidades de incorporar inovações geradas em outros ramos da economia. Como em toda indústria de processo contínuo, os resultados das atividades de pesquisa e desenvolvimento significam apenas o ponto inicial de uma cadeia de eventos que passa pela engenharia de projeto e a construção de equipamentos antes que uma nova mercadoria e/ou um novo método de produção sejam implantados na empresa. Toda via, nenhum elo desta cadeia prescinde daquelas diretrizes iniciais.

No setor de garrafas a atividade criadora de conhecimentos relevantes para o controle da base material passou a ser a produção de equipamentos, reduzindo, por conseguinte, a eficácia da pesquisa científica como instrumento de concorrência do fabricante de vidro. No caso anterior, as máquinas consumidas pela indústria eram projetadas e construídas a partir de especificações fornecidas pela firma compradora. Aqui, ao contrário, o papel da indústria de vidro é inteiramente passivo, consistindo apenas num campo de aplicações de inventos concebidos e incorporado no setor de bens de capital.

6. O "Float Process"

6.1. Introdução

Com uma pequena nota em sua edição de 24.01.59 a revista "The Economist" informou aos seus leitores que a Pilkington havia desenvolvido uma nova técnica de produção de vidro plano. Obedecendo à habitual cautela de sua linha editorial, o semanário inglês limitou-se a resumir as declarações que Sir Harry Pilkington fornecera à imprensa no dia 20 daquele mês, sem acrescentar comentários:

"Each of the two ways by which flat glass is now made has its shortcomings. Sheet glass, which is drawn straight upward from a pool of molten glass, has a desirable 'fire finish' since the material is not touched except at the edges until it has cooled, but is distorted by the weight and viscosity of the rising glass, while plate glass, which is poured out horizontally, is free from distortion and perfectly flat but must be ground and polished before it can be used. The best features of each method are combined in a new process developed by Pilkington Brothers, called the Float process; the high finish of sheet glass is produced without distortion and without the necessity for grinding and polishing the finished product. In the float process, a continuous ribbon of molten glass is fed out the furnace across the surface of a tank molten metal in a controlled atmosphere, gradually being allowed to cool. Since the glass is untouched except by the metal while it is hot, the finish is better than that of ordinary sheet glass and, since the surface of the molten metal is flat, is entirely free from distortion." (The Economist, 24.1.1959, p.346)

Encerrando a notícia, "The Economist" divulgou outros dados mencionados por Sir Harry na entrevista: O projeto foi iniciado em 1952, sob a direção de Mr. Alastair Pilkington;

até fins de 1958 a despesa total do empreendimento já ultrapassara a soma de quatro milhões de Libras; embora a inovação não estivesse ainda completamente desenvolvida, suas vantagens sobre os demais métodos não residiam apenas na qualidade superior do produto final; com relação ao vidro laminado (plate glass), por exemplo, o "float process" permitia uma economia de espaço da ordem de 50%, em termos da área ocupada por uma fábrica com capacidade produtiva similar, o que resultava em investimentos fixos menores e custos operacionais mais baixos.

No interior do fechado círculo de competidores internacionais da Pilkington as informações acima eram aguardadas, com um certo ceticismo, há pelo menos cinco anos. Desde 1954, quando os resultados obtidos a nível de planta piloto foram patenteados em 47 países, tornara-se público que o monopolista inglês estava em vias de obter um novo método produtivo. (Barker, 1977 b) No entanto, as especificações genéricas da patente dis simulavam os detalhes técnicos relevantes da futura inovação, e, por conseguinte, suas eventuais qualidades. Nessa época, três grandes corporações repartiam com a Pilkington o controle da indústria de vidro plano no mundo capitalista: Saint Gobain, Pittsburgh Plate Glass (PPG) e Libbey Owens Ford (LOF). Como todas elas investiam maciçamente em pesquisa básica e aplicada, a patente inglesa não representava naquele momento mais do que um dado adicional a ser considerado em suas análises sobre as perspectivas do desenvolvimento tecnológico do ramo.

A cautela de "The Economist" em não adiantar prognósticos quanto às possibilidades de sucesso da inovação e o ceticismo das demais empresas líderes do ramo continham razoável dose de sensatez, dado o número de experiências anteriores neste século que fracassaram ao tentar introduzir mudanças radicais na tecnologia de vidro plano. Além disso, a comercialização em larga escala do "float process" dependeria ainda da superação de

algumas deficiências técnicas importantes, como a garantia de ritmos estáveis na produção, homogeneidade do produto, espessura do vidro, etc. Na verdade, só depois de 1962, quando o custo de desenvolvimento do projeto já atingira a sete milhões de libras, esses problemas foram resolvidos definitivamente.

A partir daí a invenção da Pilkington incorporou-se ao rol das façanhas tecnológicas do século. De 1962 a 1969 foram construídas 71 fábricas com o novo processo em diferentes partes do mundo. Ao lado de render mais de duzentos milhões de libras com a venda de licenças, o "float process" permitiu à Pilkington nesse período elevar de 16 para 60 o número de subsidiárias no exterior, passar de £ 57 milhões para £ 549 milhões seu volume de vendas anuais, e alterar profundamente o sistema de poder que regula o oligopólio internacional do vidro plano.

Este capítulo compreende a análise de vários aspectos envolvidos na história dessa inovação: De início, com base num sumário da evolução internacional da indústria de vidro plano entre as décadas de trinta e cinquenta, procuramos mostrar que os problemas de longo prazo enfrentados pelos grupos dominantes do setor a partir da segunda guerra mundial podem ser vistos como fontes estimuladoras de mudanças radicais na base técnica da indústria. Em seguida, para relativizar o determinismo dessa proposição, exploramos o caráter accidental da descoberta, através de uma breve reconstituição dos principais eventos ocorridos durante o desenvolvimento do "float process". Uma vez delineados seus antecedentes, passamos a tratar a inovação como um processo de mudança, examinando o ritmo e a abrangência de sua difusão ao nível da indústria mundial entre 1963 e 1979. As características do processo de difusão servirão de pano de fundo à análise da política adotada pela Pilkington para explorar comercialmente seu invento, bem como das repercussões provocadas no desempenho de seus concorrentes. Por fim, consideramos as perspectivas da indústria na próxima década.

assistência técnica. A experiência soviética possuía ainda a vantagem adicional de não afetar - pelo menos até o fim da guerra - o sistema de poder que controlava a indústria de vidro no ocidente.

A indústria belga, que durante setenta anos (1850 - 1920) mantivera a liderança mundial do setor, começou a perder sua independência depois de 1920, através de pactos firmados com Pilkington, St. Gobain e os grupos americanos. (Barker, 1977a) Tais acordos, que em princípio visavam acelerar a mecanização na Bélgica, submeteram gradualmente a produção desse país aos interesses daquelas empresas. LOF foram os precursores desta conquista:

"The introduction into Belgium of the Libbey-Owens method of sheet drawing was brought about in 1921 by the formation of the Compagnie Internationale pour la Fabrication du Verre. This corporation was established by a group of Belgian financiers in collaboration with the Libbey-Owens-Ford Glass Co. of the United States and was given the exclusive right of exploiting in Europe the Libbey-Owens process of manufacture. A large number of subsidiary companies were organized and plants were erected by them in France, Germany, Italy, Spain, and Switzerland. The parent company in Belgium ships to all export markets except the United States. It is understood that by agreement with the American Libbey-Owens-Ford Co. neither the main Belgian company nor any of its subsidiaries is permitted to export to the United States any window glass produced by the Libbey-Owens process." (U.S. Tariff Commission, 1937, p.196)

Controlando a oferta de tecnologia nas economias industrializadas, e os canais de comércio com os países subdesenvolvidos, Pilkington, St. Gobain, LOF e PPG passaram a exercer

uma influência crescente sobre as operações do cartel internacional na década de trinta. Esse organismo parece ter desempenhado duas funções básicas naquele período. Em primeiro lugar, serviu de forum de debates, destinado não só a compatibilizar as estratégias de expansão dos quatro líderes, como também a evitar conflitos com outros cartéis nacionais importantes, como o da Alemanha e da Tchecoslováquia. Em segundo lugar, funcionou como instrumento auxiliar no controle da oferta de tecnologia, facilitando as negociações entre as firmas líderes quanto a licenças cruzadas, uso de patentes, desenvolvimento de projetos de pesquisa em comum, etc.

Como em todo sistema de poder, a distribuição de forças entre as empresas dominantes não era equilibrada. Saint Gobain, a mais antiga no ramo, aliava sua experiência de três séculos produzindo vidros a uma ampla diversificação de atividades, que incluía investimentos em setores como química, papel, petróleo, etc. PPG, fundada em 1883, e LOF, de 1916, ambas igualmente diversificadas, contavam com o dinamismo da indústria automobilística americana. Pilkington, que em 1926 completara 100 anos de existência, dispunha de sua condição de monopolista no Reino Unido, mas, ao contrário das demais, era uma empresa familiar cujas ações só vieram a ser negociadas em bolsa em 1970. Além disso, sua pauta de produção abrangia apenas vidro plano e produtos afins, como lentes, vidros especiais, fibra de vidro, etc. (Cook, 1958)

Depois de guerra, com o desaparecimento formal dos cartéis, as experiências de industrialização dos países subdesenvolvidos e a passagem para o bloco socialista de indústrias com elevado padrão técnico, como a da Tchecoslováquia, tornaram-se bem mais complexas as tarefas de administrar o oligopólio internacional do vidro e de manter estável a longo prazo o grau de centralização de seus capitais. Com efeito, somando-se à tendência de

que as economias subdesenvolvidas deixariam de ser apenas mercados consumidores, havia a possibilidade de as indústrias nascentes virem a usar fontes alternativas de tecnologia fora do controle dos grupos dominantes. Não obstante o considerável aprimoramento dos processos mecânicos introduzidos nas primeiras décadas do século, por volta de 1950 diversas firmas de porte médio já dispunham de um relativo domínio daqueles métodos, tanto nas economias capitalistas industrializadas como nos países socialistas. Existem evidências de que as empresas líderes do oligopólio estavam cientes de tais riscos, e da necessidade de promover mudanças radicais na tecnologia de vidro para, através da elevação das barreiras à entrada no ramo e da retomada do controle sobre a oferta de conhecimentos, assegurar a estabilidade de suas posições dentro da nova ordem econômica internacional recém-estabelecida. Pilkington, por exemplo, que havia criado seu centro de pesquisas nos anos trinta, decidiu em 1946 que daí em diante as prioridades de pesquisa deveriam se concentrar na busca de novos processos, ao invés de tentar desenvolver as técnicas já conhecidas. Esta decisão envolveu também outras áreas da empresa, conforme observou Barker (1977b):

"Pilkington had also during the 1930s formed a Technical Committee, composed of production directors, works managers, and, in due course, the Head of Research. Ten group committees, on which less senior people also sat, reported regularly to it on specific technical functions, the idea being that anyone, no matter how junior, who had a bright idea would be encouraged by other specialists in that field to go away and make something of it. Although the groups had no spending powers, it was hoped that these promising suggestions would be subsequently reported to the Technical Committee, carefully monitored, and, if appropriate, supported financially. Such technical efforts as these were, however, tended to focus upon comparatively trivial matters. Shortly after the war, at a special meeting in September 1946, attended by the

newly appointed Head of Research, the Committee drew attention to the need 'to cultivate a sense of proportion which had sometimes been lacking and which had resulted in insufficient attention to matters of the first order of importance'. The Committee was in future to be known as the Manufacturing Conference and the first item on the agenda at every meeting was to be Programme of Future Development Work. Top priority was to be given to innovations which would be really worthwhile and not just of interest to backroom boffins. 11 (pp.188/189).

Também nisso os americanos procuravam uma vez mais se antecipar, e já desde antes da guerra perseguiram tais objetivos. O Professor Turner, um cientista inglês que dedicou a vida ao estudo da produção de vidro, numa de suas constantes visitas à indústria americana, voltou de lá em 1938 impressionado com o volume de recursos que estava sendo destinado à pesquisa:

"The steady and irresistible march of science is to be noted everywhere, but nowhere more strikingly than in the U.S.A. of to-day. A generation or so ago Germany was in the ascendant in its application of science to industry. To-day the U.S.A. holds that position. In the glass industry in particular, the U.S.A. has far greater resources in active research institutions and in the number of highly trained technical workers in the industry than this country or Germany, or both together for that matter." (Turner, 1940, p.31)

6.3. O Desenvolvimento da Inovação

Nos comentários da seção anterior procuramos enfatizar a intensidade das pressões a inovar no pós-guerra, sugerindo que, na ausência de mudanças radicais na base técnica da

indústria, a tendência de longo prazo do oligopólio do vidro seria sua relativa desconcentração. Em outras palavras, tratava-se de uma conjuntura onde a probabilidade de transformações importantes virem a ocorrer era elevada; dependente porém, como vemos a seguir, de duas incógnitas: quando e como.

O passatempo predileto de Sir Richard Pilkington era a genealogia. Suas pesquisas levaram-no a conhecer em 1947 o Cel. Lionel Pilkington, cuja família aparentemente não possuía ancestrais comuns à sua. Os eventuais laços de parentesco entre ambos jamais foram descobertos, mas Lionel aproveitou a oportunidade para solicitar a Sir. Richard um emprego para seu filho Alastair, engenheiro com pós-graduação no Trinity College da Universidade de Cambridge. No mesmo ano Alastair iniciou sua carreira na Pilkington, tendo trabalhado em diversas áreas operacionais da empresa até 1951, quando passou a se dedicar às atividades de pesquisa. Segundo ele, certa noite, lavando a louça do jantar, ocorreu-lhe a intuição de um novo método para produzir vidro. Um conjunto de fatores favoráveis permitiu que nos anos seguintes volumes crescentes de recursos fossem destinados ao projeto, a despeito da sequência de obstáculos surgidos ao longo do seu desenvolvimento: à mobilização da empresa na busca de novas técnicas, e à simpatia do presidente com a experiência, somaram-se a ascensão de Alastair na hierarquia funcional e o clima de otimismo gerado por sucessivos períodos de lucros elevados durante a década de cinquenta. Uma vez atingida a etapa de comercialização, o "float process" não beneficiou apenas à Pilkington, mas foi decisivo também para o sucesso pessoal de Alastair, que em 1973 tornou-se presidente, o primeiro na história da empresa não escolhido entre os membros do clã familiar.

A coleção de eventos curiosos associados a esta inovação não se esgota com a biografia de seu inventor. (1) Entre

(1) Maiores detalhes sobre o desenvolvimento do "float process" podem ser encontrados em: Barker (1977a e 1977b); Pilkington (1963 e 1971); Jewkes et al. (1969); Nabseth e Ray (1974); Layton (1972); e Monopolies Commission (1968).

1952 e 1955 o desenvolvimento da pesquisa requereu a construção de três plantas piloto. Os resultados dessa fase, embora ainda insuficientes para aplicações em escala industrial, justificaram o registro de patentes dos princípios básicos do novo método. Mas, para surpresa geral, o governo americano vetou o registro, sob a alegação de que em 1902 (!) Hitchcock e Heal, dois nomes totalmente obscuros na história das técnicas deste ramo, haviam patenteado um processo com características idênticas ao da Pilkington. Essa patente jamais foi usada, mas sua existência conferia ao domínio público a propriedade da invenção. Somente em 1959 a Pilkington conseguiu levantar o veto, fornecendo especificações mais precisas do "float process" que o distinguiu do sistema americano. O próprio Alastair reconheceu mais tarde que a idéia era a mesma:

"Float is an interesting example of an idea which was practicable only at a certain time in history because relevant technologies were available. This is clearly shown by patents which came to light in the U.S.A. only after the Pilkington process was nearing success. In taking out our own patents we were astounded to find that two americans, Hitchcock & Heal, had thought of the principle of floating glass on a metal as early as 1902. It was, to them theoretically feasible and quite remarkable patents. were filed, but unfortunately for the inventors insufficient technology was available and they were left with paper patents which could not be tried out in practice." (Pilkington, 1971, p.80)

Como observou Ray (1974), não fora a estrutura familiar da Pilkington, a experiência com o "float process" provavelmente seria interrompida nos estágios iniciais de seu desenvolvimento. A simples aplicação dos critérios convencionais de seleção de investimentos tornaria o projeto indefensável diante de qualquer assembléia de acionistas, devido ao alto grau de incerteza

quanto a seus resultados futuros. Isso é particularmente verdadeiro com relação à fase posterior a 1955. Com efeito, naquele ano a diretoria da empresa aprovou a construção de uma fábrica que iria operar com o novo método, quando sua eficácia não havia sido ainda comprovada sequer em escala piloto e sua originalidade estava sob suspeita. No instante da decisão o investimento foi estimado em £ 55.000, que seriam financiadas com receitas correntes durante um prazo de oito meses. Mas a fábrica levou dois anos para ser construída e só nesse período custou £ 676.000 (Barker, 1977b). E, pior, não funcionava. Mesmo em 1959, depois de 18 meses de gastos adicionais em pesquisas e testes, o domínio sobre a inovação não era completo e novas surpresas surgiram:

"We announced the process to the world in 1959, and through 1959 we felt on top of the world and continued to make good glass for some months. As the set-up on the Float bath was rather old and tattered, and as we then thought we knew exactly what we wanted, we renewed the worn parts and expected to settle down to a long successful run. To our amazement we then made continuous cullet again and were back struggling and feeling more frustrated than ever before. It took us nearly 3 months of investigation to discover that when we first made good glass it was partly due to a fluke, and that a vital part of our success had been due to a broken part of the set-up. As soon as we understood the problem we made a set-up which reproduced similar conditions to those with the broken part. This made saleable glass immediately, and we have never been in doubt again about the ability of the process to make consistently good glass." (Pilkington, 1963, p.81)

6.4. Difusão: 1963 - 1979

Livre dos embaraços técnicos e jurídicos da fase de desenvolvimento do projeto, a Pilkington entrou na década de sessenta de posse de uma inovação com características ímpares: um

método produtivo de concepção mais simples que seus antecessores, que permitia a obtenção de vidros de melhor qualidade, além de reduzir, na média, em 25% os custos operacionais e em 30% os custos de investimento. Restava, todavia, uma decisão crucial a tomar: Como explorar esse trunfo, de forma a reverter a inferioridade relativa da empresa face aos demais líderes do oligopólio internacional do vidro plano?

Uma estratégia factível seria a de disputar imediatamente as parcelas de mercado dos concorrentes, através de uma política agressiva de exportações e do estabelecimento de uma rede de filiais no resto do mundo. Esta opção continha dois inconvenientes sérios. Em primeiro lugar, o montante de capital requerido para financiar um programa de investimentos de tal porte superaria em muito a capacidade de endividamento da firma. Assim, para realizar a operação, seria preciso contar com o apoio de outros grupos dispostos a dividir majoritariamente os riscos no presente e o controle dos novos mercados no futuro. Vale dizer, seguir este caminho implicaria a médio prazo no desaparecimento da Pilkington como empresa independente. Em segundo lugar, esta estratégia romperia a tradição de coexistência pacífica que há várias décadas vinha sendo mantida pelos grupos dominantes da indústria, provocando, dentre outras, as seguintes consequências indesejáveis: (a) fechar o acesso da inovação à indústria automobilística americana; (b) enfrentar a concorrência de preços em vários países simultaneamente.

Outra alternativa seria o licenciamento. Não obstante a perda de exclusividade no uso do processo, esta solução ofereceria resultados mais seguros que a anterior. Dados os preços que poderiam ser cobrados pelas licenças, só a renovação do patamar americano garantiria um fluxo de renda suficiente para amortizar a curto prazo os gastos com o desenvolvimento da inovação e fomentar o crescimento da empresa sem por em risco sua identidade. Nesta opção não haveria redivisões bruscas de mercado, mas dela surgiriam as condições para uma gradual reciclagem do sistema de poder no interior do oligopólio, conforme veremos adiante.

GRÁFICO VIII

NÚMERO DE FÁBRICAS OPERANDO COM O "FLOAT - PROCESS"

(Fora do Reino Unido, 1963 - 1984)

Enquanto que para a Pilkington a escolha da segunda hipótese determinou os parâmetros de sua trajetória de expansão ao longo do período de vigência das patentes do "float", ao nível da indústria esta decisão desencadeou um processo de mudança tecnológica bem mais intenso do que teria sido com a adoção na primeira hipótese. O uso do novo método custaria à empresa licenciada 1,4 milhões de dólares iniciais, 6% do faturamento durante os oito primeiros anos de operação, e mais 4% nos oito anos seguintes. Considerando-se que, além desses custos, o investimento fixo na construção de uma fábrica seria da ordem de trinta milhões de dólares (The Glass Industry, 1967, p.488), e que tanto nos Estados Unidos como na França a idade dos equipamentos em uso no início dos anos 60 era baixa (Ray, 1974), o ritmo da renovação surpreendeu às expectativas mais otimistas do licenciador. (1)

Os gráficos VIII e IX fornecem indicadores gerais da velocidade de difusão do "float process" a nível internacional depois de 1963, mostrando o número de fábricas em funcionamento e as instalações previstas até 1984, com base nos contratos de licença assinados até agosto de 1979, bem como sua contrapartida em termos do montante acumulado de receitas auferidas pela Pilkington

(1) O dilema em adotar a inovação assumiu em certos casos dimensões dramáticas, quando a capacidade instalada com as técnicas anteriores era muito recente. R.A. Smith (1969), comentando a instalação de St. Gobain a este respeito, relata um incidente insólito. No final da década de 50 o grupo francês decidira construir uma grande planta de vidro laminado nos Estados Unidos. "Indeed it is this US plant, at the time of its construction the most modern in the company, that points up the nature of the technological challenge. It was completed in 1962, the year that Pittsburgh Plate had decided to become the first licensee of float. At the opening ceremonies, PPG's President David G. Hill, letting his eyes rove over the glittering \$40-million installation, was overheard to remark: 'You are now looking at the most modern absolute process in the world'." (pp.318-9)

Fábricas

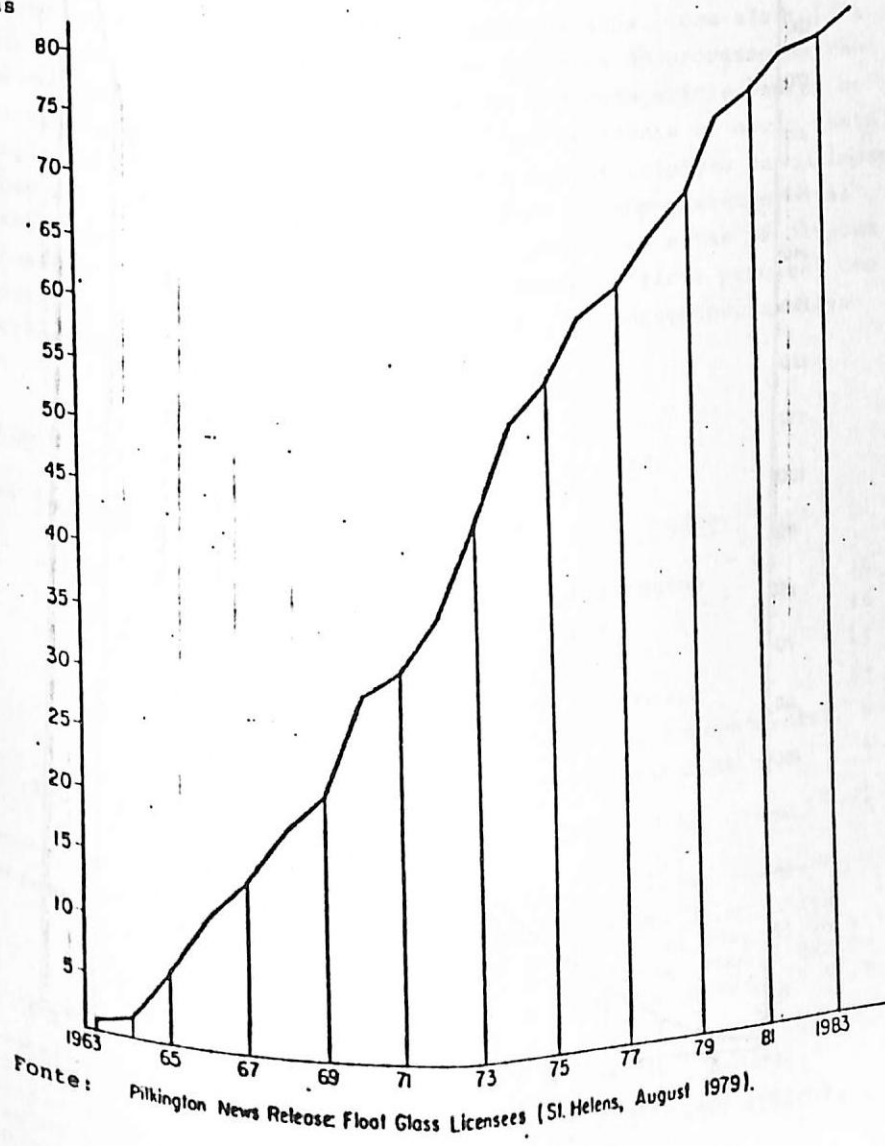
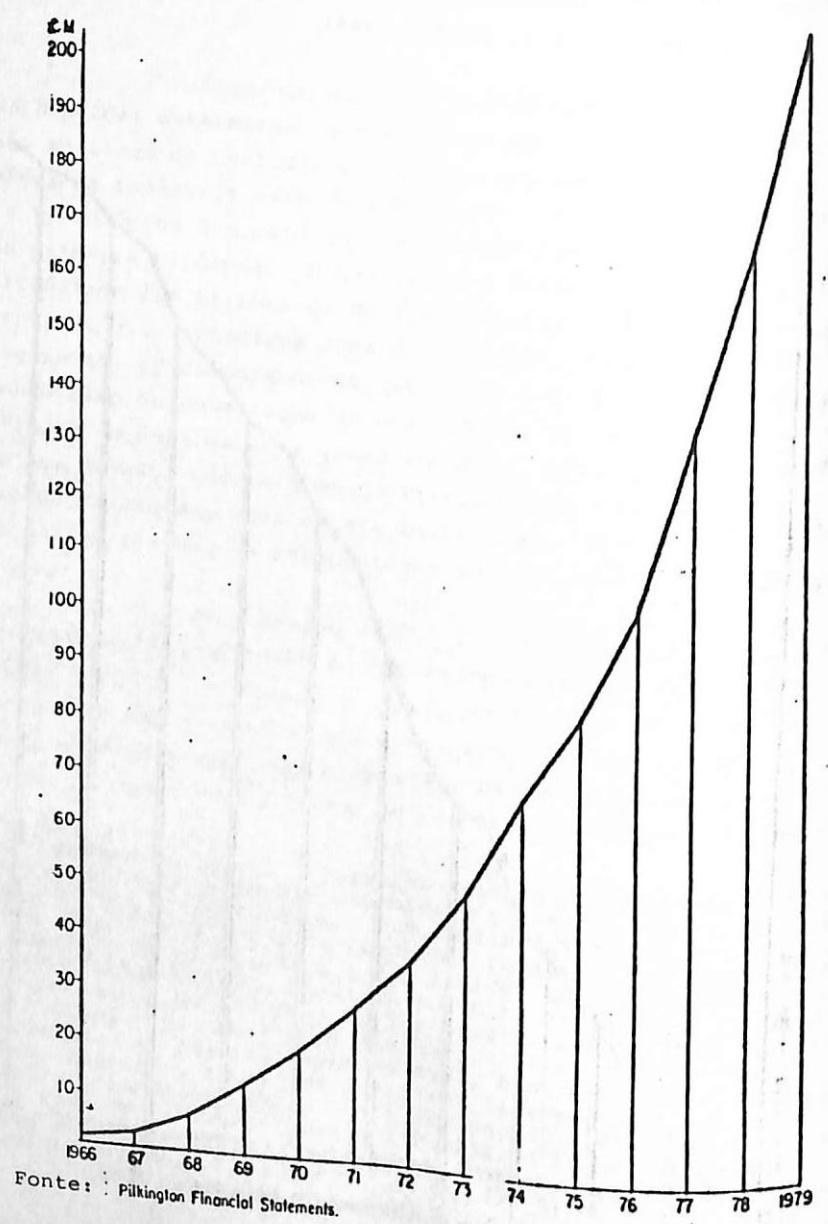


GRÁFICO IX

RECEITAS DE LICENÇAS AUFERIDAS PELA PILKINGTON, 1966 - 1979



Fonte: Pilkington Financial Statements.

com a inovação. Cabe notar que embora o fluxo anual de receitas de licenças tenha crescido exponencialmente em função do número de plantas construídas até 1979 (vide gráfico X), este comportamento tenderá a se modificar nos próximos anos. Com efeito, a partir de meados da década de 80 as patentes do processo cairão em domínio público, ao mesmo tempo em que começarão a vencer os contratos de licença mais antigos. Daí em diante as novas instalações não dependerão necessariamente da participação da Pilkington como fornecedor de tecnologia, sobretudo quando pertencerem às demais empresas líderes da indústria, posto que estas já dispõem atualmente de conhecimentos técnicos sobre o "float process" tão apurados quanto os de seu inventor. (1) As consequências disso serão examinadas na próxima seção.

TABELA V

FÁBRICAS OPERANDO COM O "FLOAT PROCESS" EM 1979:

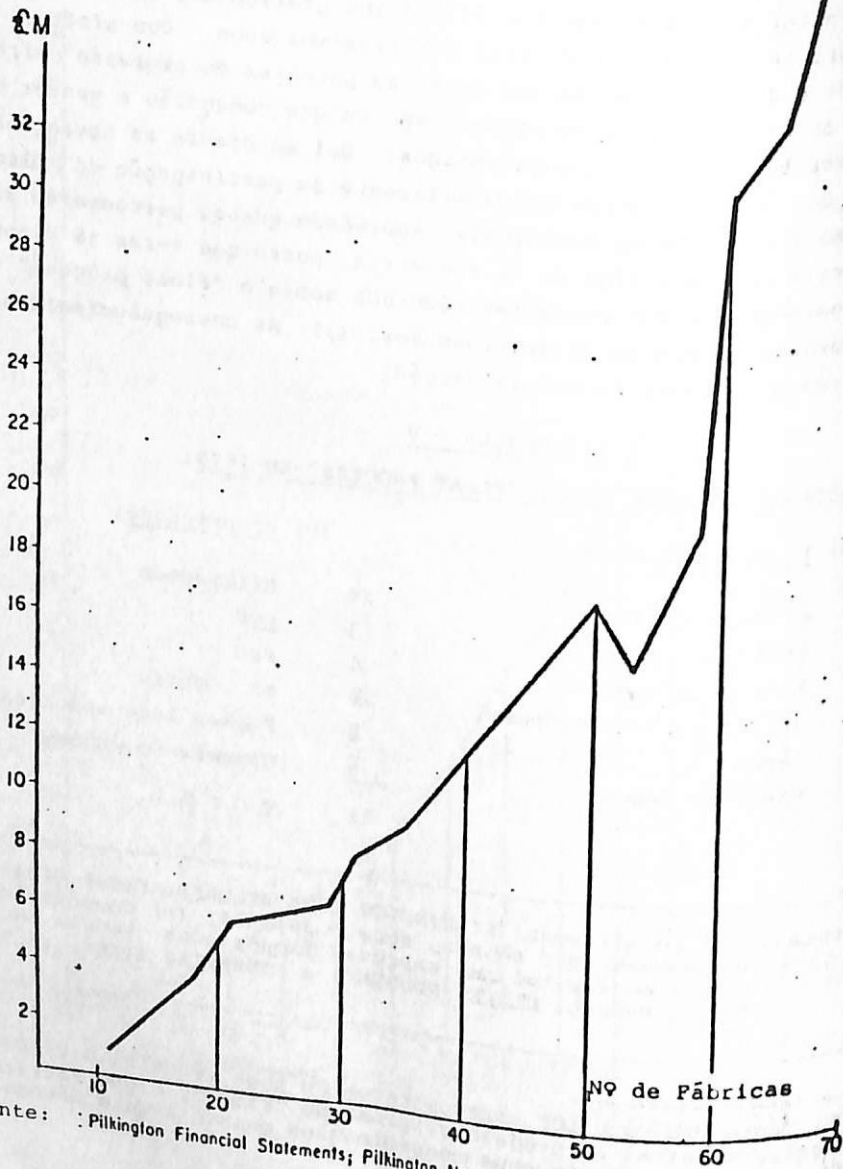
(a) Localização:		(b) Propriedade:	
Estados Unidos	28	Pilkington	16
União Soviética	3	LOF	14
Tchecoslováquia	1	PPG	13
Outros países europeus	26	St. Gobain	8
Japão	8	Firmas Independentes	4
Resto do Mundo	5	Economias Socialistas	4
T O T A L	71	T O T A L	71

Fontes: (a) Localização: PILKINGTON NEWS RELEASE: Float Glass Licensees, St. Helens, agosto de 1979; (b) Composição acionária do capital das empresas licenciadas: MOODYS INDUSTRIAL MANUAL; GLASS INDUSTRY; e FINANCIAL TIMES, 15.9.79.

(1) Tanto PPG como LOF acrescentaram em anos recentes diversas melhorias técnicas ao projeto original do "Float", o que reflete o grau de maturidade de seus conhecimentos quanto a este método de produção. (Sobre isso, vide 5 e 7)

GRÁFICO X

DIFUSÃO DO "FLOAT PROCESS" E RECEITAS DE LICENÇAS ANUALMENTE
AUFERIDAS PELA PILKINGTON



Fonte: Pilkington Financial Statements; Pilkington News Release: Float Glass Licenses.

Conforme pode ser visto na Tabela V, certas características do processo de difusão do "float" reproduziram fielmente a estrutura de concorrência da indústria de vidro. Em primeiro lugar, a inovação cumpriu com sucesso sua principal tarefa, a de sustentar o grau de concentração do setor: Das 71 fábricas construídas até 1979, 59 pertencem a grupos controlados direta ou indiretamente pelas quatro empresas líderes do ramo. Em segundo lugar, a onda de renovação tecnológica esteve restrita até agora às economias capitalistas industrializadas: Em contraste com as 62 plantas em funcionamento nos Estados Unidos, Europa e Japão, existem apenas 4 nos países socialistas e 5 no resto do mundo (duas no Canadá, e as demais na Austrália, África do Sul e México). Junto com as informações mencionadas no parágrafo anterior, essas características do processo de difusão constituem o pano de fundo para a análise do desempenho do setor nas duas últimas décadas e de suas perspectivas.

6.5. Desempenho e Perspectivas

As influências exercidas pelo "float process" sobre as formas de concorrência da indústria de vidro serão examinadas nesta seção através de quatro tópicos: (a) Evolução das atividades produtivas das empresas líderes; (b) Modificações na política de preços; (c) Crescimento das vendas; e (d) Comportamento das margens de lucro.

O ponto de partida para a análise dos estilos de crescimento das empresas líderes do setor durante o período de difusão da inovação é o fato de que a política de licenciamento da Pilkington consistiu num mecanismo de redistribuição de lucros no interior da indústria, cujas proporções podem ser observadas na Tabela VI: Entre 1966 e 1978 as receitas de licenças corresponderam em média a 44% dos lucros brutos anuais da firma inglesa, enquanto que para seus concorrentes os valores daquela rubrica foram em geral inexpressivos. Nos balanços de St. Gobain

TABELA VI

PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL DAS RECEITAS DE LICENÇAS NOS LUCROS BRUTOS

	Pilkington	PPG	LOF ^(a)
1966	12.2	-	14.7
1967	25.8	-	11.2
1968	32.7	-	8.1
1969	32.0	-	9.7
1970	40.1	-	14.0
1971	61.9	7.3	6.2
1972	53.3	5.4	4.5
1973	39.6	6.2	4.0
1974	39.8	7.3	8.9
1975	65.4	7.5	7.5
1976	57.5	5.1	4.2
1977	48.6	6.6	4.5
1978	45.7	5.8	4.9

Fontes: Pilkington Financial Statements e Moody's Industrial Manual

(a) Inclui outras rendas além de licenças (juros, dividendos, etc.)

siquer existem referências ao item, e nos de LOF ele aparece em globado com outras receitas, o que denota sua irrelevância.

Ao lado disso, um traço comum nos desempenhos de St. Gobain, PPG e LOF ao longo da década de setenta foi o declínio generalizado da participação da indústria de vidro no conjunto das atividades dessas empresas, (respectivamente, entre 1968 e 1978: de 30% para 17%; de 44% para 36%; de 69% para 56%. Cf. Moody's Industrial Manual e Relatórios Anuais de St. Gobain) ao contrário da Pilkington, cuja expansão concentrou-se em vidro plano e produtos afins (lentes, fibra de vidro, vidros de segurança, etc.) Embora não tenha sido possível compilar a distribuição das vendas por empresa no mercado internacional de vidro durante o período em análise, as informações acima sugerem o sentido das transformações havidas. Dado que a estratégia de longo prazo da Pilkington baseava-se no uso de suas receitas de licença como fonte de financiamento para a ampliação de suas parcelas de mercado, restava aos seus concorrentes duas estratégias complementares: De um lado, acompanhar o ritmo de modernização da indústria, procurando assim defender suas respectivas posições no plano internacional. De outro, para fazer face ao eventual sucesso das aspirações do grupo inglês, intensificar a política de diversificação dos investimentos, a fim de garantir a manutenção dos níveis globais de faturamento.

Mencionamos na seção anterior algumas das dificuldades que os usuários potenciais do "float process" enfrentariam ao aderir à onda de renovações. Contudo, os dados da Tabela VI revelam as dimensões de um problema adicional. Como o pagamento de "royalties" resultaria numa transferência de lucros em favor de um concorrente, a contrapartida de adotar a inovação seria a de colaborar com o projeto expansionista do rival inglês. Sobre isso, cabe acrescentar aqui alguns comentários a respeito do comportamento de St. Gobain nos anos iniciais desse processo de mudança. Enquanto PPG e LOF, seguindo a tradição americana, não

hesitaram em começar imediatamente a modernização acelerada de suas unidades produtivas, o grupo francês relutou durante algum tempo em ajustar suas estratégias de crescimento às novas condições de concorrência. Segundo R.A. Smith (1969), além da obsolescência precoce da filial americana, (vide nota à página 116) e de uma estrutura administrativa inadequada às operações de uma empresa multinacional, um terceiro fator contribuiu para agravar a indecisão:

"The company has been engaged in some studies of the mysteries of glass, which it hopes will lead to something more revolutionary than float. Special attention is being given to the long-term possibility that glass might be produced by other means than heat. Tiny rods of glass have been discovered in sponges at great depths, leading to the conjecture that glass can be made chemically, with enzymes, in the presence of considerable pressure." (p.320)

Esse conjunto de dúvidas e expectativas perdurou até fins dos anos sessenta, quando a direção de St. Gobain optou por uma ampla reforma administrativa da empresa, e pela fusão com o grupo Pont-à-Mousson, cujas atividades principais distribuíam-se até então entre os setores de equipamentos pesados, autopeças e materiais de construção. Com isso, apesar de não ter recuperado a antiga estabilidade de sua participação nos mercados de vidro do continente europeu, Saint-Gobain-Pont-à-Mousson tornou-se superior aos seus concorrentes neste ramo, em termos de montante agregado de vendas e grau de diversificação dos investimentos.

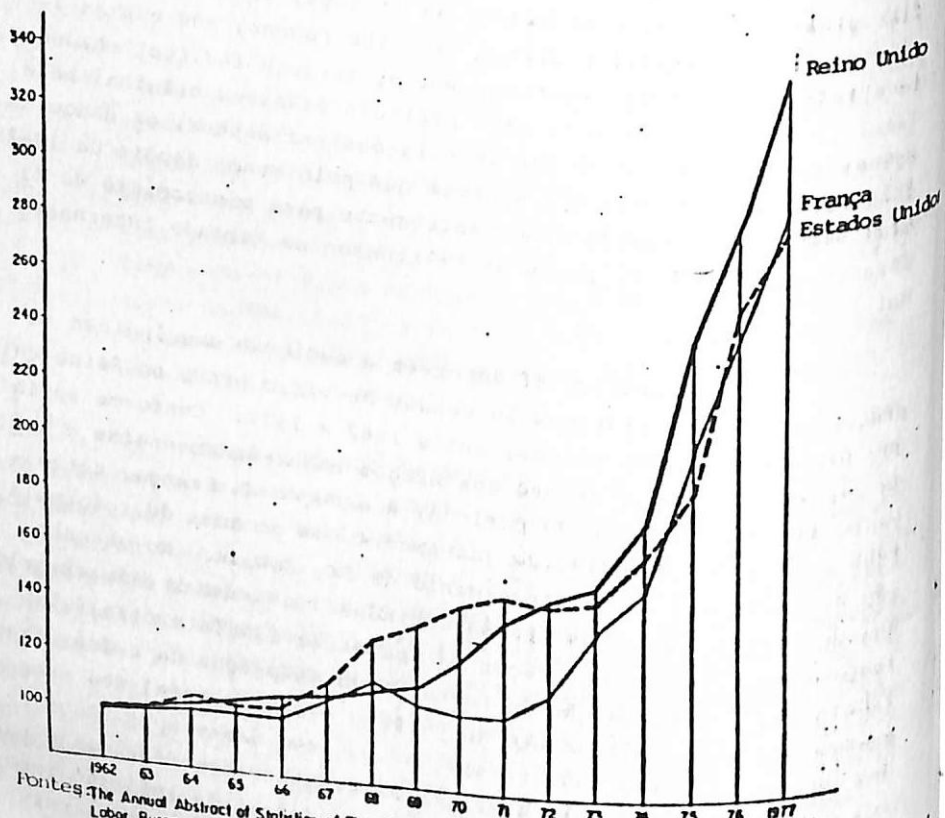
Consideremos agora os efeitos provocados pelo "float process" na política de preços. A despeito da ausência de dados fidedignos para o período anterior a 1960, é razoável admitir que até aquele momento a Pilkington não liderasse os

preços no mercado internacional, pelos motivos já apontados. De acordo com o relatório da "Monopolies Commission", um velho hábito daquela empresa é o de promover reuniões anuais com seus concorrentes, a fim de discutir a política de preços a ser aplicada no mercado interno britânico. Além disso, "Pilkington gives its Continental competitors about one week's notice of any changes in its United Kingdom tariff prices for the principal flat glass products, preferring, as it says, that they should receive this information direct from the company and not be left to obtain it, as they eventually would, through indirect channels." (sic) (1968, p.13) Embora tais práticas visassem originalmente apenas regular os preços das importações britânicas, os dados do gráfico XI e da Tabela VII sugerem que pelo menos depois de 1962 elas têm servido também como instrumento para o exercício da liderança de preços por parte da Pilkington no mercado internacional.

O gráfico XI descreve a evolução dos índices de preços em Libras relativos às vendas de vidro plano no Reino Unido, França e Estados Unidos, entre 1962 e 1977. Conforme seria de esperar, o comportamento dos preços nas três economias é bastante similar ao longo do período, à exceção da França, entre 1968 e 1972, o que coincide justamente com os anos de reformulação das estratégias de crescimento de St. Gobain. No entanto, quando deflacionamos os preços cobrados nas moedas de cada país pelos respectivos índices de preços da indústria manufatureira (vide Tabela VII), notamos que no Reino Unido os preços de vidro plano acompanham sistematicamente de perto a elevação geral dos preços dos demais produtos industriais, e que isso nem sempre acontece nos outros países. Vale dizer, a Pilkington interessa reajustar seus preços de forma a tão somente defender-se da inflação interna, e não mais que isso, posto que reajustes superiores a tais níveis poderiam criar problemas políticos à sua condição de monopolista. Aos seus concorrentes interessa seguir as variações de

GRÁFICO XI

INDICE DE PREÇOS DE VIDRO PLANO EM LIBRAS



Fontes: The Annual Abstract of Statistics of The United Kingdom; Monthly Labor Review, US. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics; Annuaire de Statistique Industrielle, Ministère de L'Industrie, France.

TABELA VII

PREÇOS DE VIDRO PLANO DEFLACIONADOS PELO INDICE DE PREÇOS DE INDÚSTRIA MANUFATUREIRA DO PAÍS

	<u>Reino Unido</u>	<u>Estados Unidos</u>	<u>França</u>
1962	100.0	100.0	100.0
1963	100.3	101.6	98.0
1964	99.5	105.3	94.5
1965	97.0	102.0	94.1
1966	97.8	99.0	91.7
1967	98.0	102.4	93.1
1968	96.4	104.1	95.1
1969	94.8	105.2	85.4
1970	96.7	107.3	81.4
1971	98.5	111.5	81.4
1972	99.2	106.3	79.6
1973	96.2	96.2	71.3
1974	89.0	85.6	62.9
1975	98.0	83.3	74.9
1976	98.0	85.8	75.6
1977	97.0	86.5	83.4

Fontes: The Annual Abstract of Statistics of The United Kingdom; Monthly Labor Review, US. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics; Annuaire de Statistique Industrielle, Ministère de L'Industrie, France.

preços do mercado britânico, mesmo quando inferiores à elevação geral dos preços em seus respectivos países. Caso contrário estariam fornecendo estímulos adicionais à entrada da firma inglesa em seus mercados.

Os índices de crescimento real das vendas totais realizadas pelas empresas líderes entre 1962 e 1977, e o comportamento das margens de lucro, encontram-se listados nas Tabelas VIII e IX. Estes dados revelam a eficácia das estratégias de expansão implementadas por St. Gobain, PPG e LOF, em resposta ao fortalecimento da Pilkington como produtor de vidro plano. De fato, reagindo à liderança tecnológica da firma inglesa através da modernização de suas fábricas e da diversificação de seus investimentos, PPG e LOF conseguiram manter o crescimento do conjunto de suas atividades em ritmos comparáveis aos daquele concorrente. St. Gobain, que além de seguir tais políticas, promoveu sua fusão com o grupo Pont-à-Mousson, alcançou taxas de crescimento superiores em média a 2,5 vezes as obtidas pelas demais durante o período. Quanto à instabilidade que se observa no comportamento das margens de lucro, sua análise requereria o apoio de dados de difícil acesso, como os custos dos programas de expansão conduzidos pelas empresas ao longo desses anos, os respectivos períodos de maturação desses investimentos, a rentabilidade auferida nos demais mercados em que atuam além do de vidro plano, etc. Contudo, o simples fato de as margens de lucro da Pilkington não diferirem significativamente das do resto da indústria indica que também neste aspecto a reação foi bem sucedida. (1)

(1) Baseando-se em dados relativos ao ano de 1969, Layton (1972) afirmou que "Pilkington had easily the highest rate of profit... (thanks in part to float)". (p.93) Além da imprecisão quanto à terminologia, referindo-se à taxa de lucros quando os seus dados dizem respeito à margem de lucros, a observação do autor é incorreta por dois motivos. Em primeiro lugar, porque os valores apresentados na terceira coluna da tabela 6 de seu estudo (p.93) correspondem aos lucros auferidos por PPG, LOF e St. Gobain após o pagamento de impostos, enquanto que para a Pilkington os valores listados são os lucros antes da tributação (cf. fontes da Tabela IX do presente trabalho). Em segundo lugar, porque é remota a utilidade de informações restritas a um só ano, dada a instabilidade do comportamento das margens de lucro.

TABELA VIII

ÍNDICES DE CRESCIMENTO REAL DAS VENDAS TOTAIS

	<u>Pilkington</u>	<u>St. Gobain</u>	<u>PPG</u>	<u>LOF</u>
1962	100.0	100.0	100.0	100.0
1963	106.6	105.2	118.8	103.6
1964	114.0	112.5	125.6	102.9
1965	130.9	119.6	134.0	117.5
1966	133.6	124.9	136.8	109.1
1967	134.1	134.2	135.7	104.4
1968	145.8	145.4	146.5	166.8
1969	163.1	177.2	155.3	171.9
1970	156.9	269.6	142.9	151.8
1971	151.8	314.1	156.6	190.0
1972	158.6	371.5	170.4	205.2
1973	193.0	390.2	168.5	217.3
1974	200.1	400.9	162.9	173.3
1975	172.0	430.8	158.7	162.9
1976	185.3	541.0	181.3	198.3
1977	200.1	571.5	189.7	209.6

Fontes: Moody's; Relatórios anuais de Pilkington e St. Gobain. Deflator utilizado: Índice de preços da indústria manufatureira (França, Estados Unidos e Reino Unido)

TABELA IX

MARGENS DE LUCRO (a)

	PPG	LOF	Pilkington	St. Gobain
1962	13.1	31.0	6.4	-(b)
1963	11.7	31.9	10.6	-
1964	11.2	26.2	10.8	-
1965	11.9	24.9	11.7	-
1966	9.8	22.8	8.6	-
1967	8.6	21.8	9.7	13.5
1968	9.2	22.0	12.1	13.9
1969	9.1	16.7	16.1	13.4
1970	5.3	7.9	14.3	15.1
1971	7.9	16.6	11.3	15.8
1972	8.8	16.9	13.3	15.2
1973	9.4	16.5	19.1	13.6
1974	7.9	8.0	19.3	12.9
1975	7.7	7.4	9.7	10.3
1976	12.0	12.1	11.4	13.1
1977	7.8	10.5	16.1	13.1
1978	8.5	9.8	15.3	11.8

Fontes: Moody's, Relatórios de Pilkington e St. Gobain.

(b) Dados não disponíveis.

(a) Participação percentual dos lucros brutos nas vendas totais

Para encerrar esta seção, resta apontar as consequências previsíveis que advirão com o declínio no fluxo anual de receitas de licenças a serem auferidas pela Pilkington a partir de meados dos anos oitenta. Conforme vimos na seção anterior, a difusão internacional do "float process" abrangeu até o momento apenas as economias capitalistas industrializadas. Existe ainda portanto um amplo horizonte potencial de renovação a ser explorado, composto pelo terceiro mundo e pelos países socialistas. Mas, como a inovação cairá em domínio público nos próximos anos, esta nova fase de seu processo de difusão deverá assumir características distintas daquelas observadas no mundo desenvolvido. Ciente disto, a Pilkington já iniciou a revisão de suas estratégias de longo prazo, e, desde o primeiro semestre de 1979, vem procurando consolidar rapidamente novas posições em áreas tradicionalmente controladas por seus rivais. Em 14.9.79, por exemplo, numa operação sem precedentes na história da empresa, adquiriu por £ 120 milhões o controle acionário de 18 fábricas de vidro plano, localizadas na Alemanha Ocidental, Holanda e Bélgica, que pertenciam ao Grupo BSN-Gervais Danone, o último produtor independente na Europa com alguma expressão no ramo (cf. Guardian e Financial Times de 15.9.79). Concomitantemente, através de operações menores, começou a entrar também em outros mercados tradicionais de St. Gobain, como o Brasil, a Venezuela e a Turquia (cf. National Glass Rudget, 17.3.79). Assim, ao contrário de sua política anterior, de evitar o confronto direto com os concorrentes, o grupo inglês parece disposto agora a antecipar a luta pela redivisão das áreas de influência, que tenderia a ocorrer somente quando a onda de mudança tecnológica atingisse as economias subdesenvolvidas.

Uma característica importante desta segunda fase do processo de difusão do "float" é que nela as quatro empresas líderes terão em princípio acesso aos mesmos instrumentos de concorrência, sobretudo no que diz respeito à modernização de suas

filiais no terceiro mundo e à disputa pelo fornecimento de tecnologia aos países socialistas. No entanto, a escolha das estratégias a serem efetivamente implementadas dependerá não apenas das auto-avaliação das políticas atuais por parte de cada firma, mas também das expectativas quanto a eventuais transformações tecnológicas num futuro próximo. (1) A descoberta de um novo método revolucionário, capaz de superar o "float", é uma possibilidade sempre em aberto, como aliás já foi sugerido por R.A. Smith. Seu aparecimento certamente provocaria o reinício de um novo ciclo de rearticulações no sistema de poder que regula o funcionamento da indústria de vidro nas economias capitalistas avançadas, cuja natureza seria similar ao relato das páginas anteriores. Nesta hipótese, a competição em torno à partilha dos mercados nos países subdesenvolvidos, para onde em princípio estarão dirigidos os interesses prioritários da indústria na década de oitenta, tenderia a se deslocar para um plano secundário. Caso contrário, a difusão do "float" nesses países, a despeito dos vinte anos de defasagem, será provavelmente acompanhada de modificações na estrutura de propriedade da indústria mais acentuadas do que as verificadas até agora.

7. Conclusão

Os dois séculos de história da indústria de vidro relatados nos capítulos anteriores abrangem cinco períodos bem definidos:

(1) Neste sentido, é interessante observar que a reação imediata de St. Gobain à entrada da Pilkington em seus mercados foi a de reforçar suas posições no ramo da eletrônica, adquirindo 20% das ações da Cii-Honey-Well Bull (cf. Financial Times, 25.9.79). Isto sugere que o grupo francês, atualmente um dos conglomerados industriais mais diversificados do mundo contemporâneo, dificilmente reverterá no médio prazo suas estratégias em vigor.

O primeiro período, compreendido entre 1780 e 1890, descreve como este ramo enfrentou o obstáculo fundamental à constituição de uma base técnica adequada à operação do capitalismo industrial: o controle exercido pelo trabalhador manual sobre a organização das atividades produtivas. Conforme vimos, o conflito entre as possibilidades de expansão internacional das empresas e sua dependência em relação aos conhecimentos e às habilidades artesanais dos sopradores de vidro adquiriu dimensões paradoxais. Por um lado, o advento precoce da centralização de capitais conferia um papel estratégico às inovações, como instrumento ampliador de parcelas de mercado. Por outro, a concorrência oligopolista com diferenciação de produtos fortalecia o poder de barganha dos vidreiros. Deste conflito resultou um ritmo intenso de progresso técnico, baseado contudo em inovações secundárias no sentido schumpeteriano, posto que a concepção geral do processo de produção permaneceu intacta ao longo de todo o período.

A análise do capítulo 5 sobre as condições de produção na indústria de vidro do século XIX é semelhante em vários aspectos à abordagem adotada na literatura recente sobre processo de trabalho. Duas contribuições importantes desta literatura foram amplamente utilizadas no presente texto: (a) A transformação das anotações de Marx sobre subordinação formal e real em categorias analíticas. (b) A redefinição dos termos de debate sobre aprendizado e qualificação. Entretanto, um ponto de divergência merece ser registrado. Os temas da hierarquia e controle da classe trabalhadora não constituem necessariamente o objeto central da análise do processo de trabalho, tal como advogam Braverman (1974) e Marglin (1978), os dois principais fundadores dessa linha de estudos. De fato, o domínio do trabalhador manual sobre as fontes de conhecimentos relevantes à produção é intolerável para o capitalista. Mas, por isso mesmo, trata-se de um impasse datado historicamente, que define um momento particular do binômio base técnica/formas de concorrência. Uma vez expulso de cena o

134

trabalhador manual, através da transferência do locus de controle do saber técnico para as mãos mais confiáveis da engenharia e da pesquisa científica, as horas de insônia do capitalista pagam a ser consumidas por novas atribuições, cuja natureza procuramos apontar nas páginas anteriores.

No caso da indústria de vidro, o impasse foi superado com a revolução tecnológica ocorrida entre 1890 e 1930. Nossa análise desse período consistiu em desenvolver os quatro temas apresentados no capítulo 3. Em síntese, as inovações primárias que permitiram mecanizar a etapa central do processo de produção de vidro inauguraram uma sequência de eventos que, ao fim de quarenta anos, tal como uma réplica ao nível setorial de um ciclo tecnológico de Kondratieff, mudou radicalmente a face da indústria. Através da fertilização cruzada das novas idéias, do retorno a experiências anteriores fracassadas, e da abertura de novas linhas de pesquisa, surgiu uma onda de inovações secundárias destinadas a resolver os desequilíbrios gerados na base técnica da indústria pelas inovações primárias. A consolidação dos papéis da engenharia e da pesquisa científica como instrumentos de domínio das atividades produtivas correspondeu ao aparecimento de duas formas distintas de incorporação de progresso técnico, lapidadamente configuradas nos setores de garrafas e vidro plano. Enquanto que a produção de garrafas transformou-se numa indústria consumidora de inovações concebidas no ramo de bens de capital, a indústria de vidro plano conseguiu reter o controle sobre as fontes geradoras de progresso técnico, adquirindo portanto características similares às da indústria hipotética que havíamos tratado no esquema analítico proposto no capítulo 4. Por fim, aquelas quatro décadas de revolução tecnológica abriram um novo espaço de concorrência, marcado pela expansão do capitalismo americano, pelo nascimento da indústria automobilística e pela redivisão do mercado internacional de vidro.

135

Conforme enfatizamos em diversos trechos deste trabalho, o argumento acima resumido não contém prognósticos mecanicistas quanto ao futuro do capitalismo. Pelo contrário, uma das facetas do progresso técnico que esteve sempre presente ao longo de todo o estudo foi a imprevisibilidade dos resultados do esforço inventivo. Não fora a imaginação e a sorte de homens como Michael Owens e Alastair Pilkington, ou o azar de outros, como Colburn, Hitchcock e Heal, nossa história teria sido outra. Tais eventos aleatórios, aliados à restrição de que a introdução de inovações é subordinada às estratégias de crescimento das firmas, geram duas consequências: (a) Apenas uma reduzida parcela do estoque de conhecimentos da sociedade se traduz em técnicas produtivas. (b) O desenho da estrutura industrial do mundo contemporâneo constitui tão somente uma versão de uma família de possibilidades alternativas. Na verdade, só é possível tratar a idéia de Destrução Criadora como proposição teórica na medida em que sejam aceitos estes dois fatos.

Pelos motivos apontados no capítulo 1, para os anos posteriores a 1930 é suficiente concentrar nossa atenção na indústria de vidro plano. Nos termos do esquema analítico do capítulo 4, a década de trinta e o período de guerra podem ser vistos como uma ilustração dos anos finais do intervalo de tempo $[t_0, t_1]$, enquanto que 1946 e 1959 delimitam uma fase do gênero $[t_1, t_2]$.

Com o desaparecimento de métodos manuais, a centralização da produção mundial de vidro plano nos países industrializados, a reorganização da indústria sob a forma de um oligopólio internacional eficientemente administrado por um cartel, e o absoluto controle sobre a oferta de tecnologia, a liderança dos quatro principais fabricantes tornara-se imbatível. Através do comando sobre as atividades do cartel, Pittsburgh Plate Glass, Libbey Owens Ford, Saint Gobain e Pilkington visavam três grandes objetivos: (a) Compatibilizar seus projetos de crescimento,

de forma a defender as posições ocupadas em seus respectivos mercados nacionais, demarcar as áreas de influência no comércio internacional, e harmonizar as relações com as demais firmas do ramo. (b) Implementar um amplo programa de cooperação técnica, destinado a apolar projetos comuns de pesquisa e desenvolvimento que permitissem elevar a eficiência das técnicas existentes. (c) Administrar um complexo sistema de transferência de tecnologia, baseado em licenças cruzadas, protocolos para uso de patentes, acordos de assistência técnica e participação acionária, etc.

Depois da guerra, o quadro mudou bastante: o cartel foi dissolvido formalmente, firmas importantes passaram para o bloco socialista, e países do terceiro mundo começaram a produzir vidro plano. Por um lado, certos defeitos dos métodos de produção introduzidos nas primeiras décadas do século ainda não haviam sido superados. Por outro lado, a não ser quanto a detalhes menores, já não mais existiam segredos tecnológicos na indústria. Estavam assim criadas as condições para que a indústria entrasse numa fase de declínio do grau de concentração, e, uma vez mais, retornasse à ordem do dia a revisão dos fundamentos do binômio base técnica/formas de concorrência.

Em janeiro de 1959 Pilkington anunciou aos seus pares a solução do dilema e as novas regras do jogo: O "float process" estava à disposição de todos aqueles dispostos a pagar o preço da licença, estava reaberto o debate sobre a divisão de áreas de influência, e a Pilkington assumiria a responsabilidade pela política de preços do vidro plano no mercado internacional. Com uma inovação primária na praça, recomeçava-se a partida em

BIBLIOGRAFIA

LIVROS E ARTIGOS

T.C. Barker (1968)

"The Glass Industry", in D.H. Aldcroft, (ed), THE DEVELOPMENT OF BRITISH INDUSTRY AND FOREIGN COMPETITION (1875-1914), George Allen & Unwin Ltd. (London, 1968)

T.C. Barker (1977a)

THE GLASSMAKERS, Widenfeld and Nicolson (London, 1977)

T.C. Barker (1977b)

"Business Implications of Technical Development in the Glass Industry, 1945-1965", in B. Supple (ed), ESSAYS IN BRITISH BUSINESS HISTORY, Clarendon Press, (Oxford, 1977)

M.A. Bienefeld (1972)

WORKING HOURS IN BRITISH INDUSTRY: AN ECONOMIC HISTORY, Weidenfeld and Nicolson, (London, 1972)

R.S. Biram (1958)

"The Introduction of the Owens Machine into Europe", JOURNAL OF THE SOCIETY OF GLASS TECHNOLOGY, vol. XIII, (Sheffield, 1958)

M. Blaug (1960)

"Technical Progress and Marxist Economics", in KYKLOS, vol. III, 1960

M. Blaug (1963)

"A Survey of the Theory of Process - Innovations", in N. Rosenberg (ed) THE ECONOMICS OF TECHNOLOGICAL CHANGE, Penguin Books, 1971

H. Braverman (1974)

LABOR AND MONOPOLY CAPITAL, Monthly Review Press (New York, 1974)

C.M. Brown (1970)

CHANGES IN THE LOCATION OF THE BRITISH GLASS INDUSTRY SINCE ABOUT 1833, Phd. dissertation, London School of Economics, 1970

Bureau of Labor Statistics (1927)

"Displacement of Labour by Machinery in The Glass Industry", in MONTHLY LABOUR REVIEW, vol. XXIV, no. 4, (Washington, 1927)

A. Castro (1979)

O-CAPITALISMO AINDA E AQUELE, Forense, (Rio, 1979)

R.A. Church (1975)

THE GREAT VICTORIAN BOOM 1850-1873, Macmillan Press, (London, 1975)

J.H. Clapham (1930)

AN ECONOMIC HISTORY OF MODERN BRITAIN, vol. I, Cambridge University Press, (London, 1930)

J.A. Clifton (1977)

"Competition and The Evolution of The Capitalist Mode of Production", in CAMBRIDGE JOURNAL OF ECONOMICS, vol. 1, (June, 1977)

P.L. Cook (1958)

"The Flat Glass Industry" in P.L. Cook and R. Cohen, EFFECTS OF MERGERS, George Allen & Unwin, (London, 1958)

S. Davies (1979)

THE DIFFUSION OF PROCESS INNOVATIONS, Cambridge University Press, (London, 1979)

P. Davis (1949)

THE DEVELOPMENT OF THE AMERICAN GLASS INDUSTRY, Harvard University Press, (Cambridge, 1949)

J. Downie (1961)

THE COMPETITIVE FRONTIER, The Collet Press, (London, 1961)

K. Eklund (1980)

"Long waves in The Development of Capitalism?" in KYKLOS, vbl. 33, Fasc. 3, 1980.

I. Elger (1979)

"Valorisation and 'Deskilling': A Critique of Braverman", in CAPITAL & CLASS, no. 7, (London, 1979)

E. Futia (1980)

"Schumpeterian Competition", in QUARTERLY JOURNAL OF ECONOMICS, Vo. 91, (June, 1980)

S.C. Gilfillan (1935)

THE SOCIOLOGY OF INVENTION, Follet Publishing Co., (Chicago, 1935)

Z: Griliches (1960)

"Hybrid Corn and The Economics of Innovation", in N. Rosenberg (ed) THE ECONOMICS OF TECHNOLOGICAL CHANGE, Penguin Books, 1971

F.H. Hahn and R.C.O. Matthews (1964)

"Growth and Technical Progress: A Survey" in A. Sen (ed), GROWTH ECONOMICS, Penguin Books, 1970

E. Hexner (1950)

CARTELES INTERNATIONALES, Fondo de Cultura Economica, (México, 1950)

E. Hobsbawm (1964)

LABOURING MEN, Weidenfeld & Nicolson (London, 1964)

E. Hobsbawm (1968)

INDUSTRY AND EMPIRE, Penguin Books, 1968

H. Jerome (1934)

MECHANIZATION IN INDUSTRY, National Bureau of Economic Research, (New York, 1934)

- J. Jewkes, D. Sawers and R. Stillerman (1969) THE SOURCES OF INVENTION, 2nd. edition, Macmillan, (London, 1969)
- N. Kaldor and J. Mirrlees (1961) "A New Model of Economic Growth", in REVIEW OF ECONOMIC STUDIES, vol. 29, 1961-2
- M. Kamien and N. Schwartz (1965) "Market Structure and Innovation: A Survey", in JOURNAL OF ECONOMIC LITERATURE, (March, 1975)
- C. Kennedy and A. Thirlwall (1972) "Technical Progress: A Survey", in ECONOMIC JOURNAL, vol. 82, (March, 1972)
- N. Kondratieff (1935) "The Long Waves in Economic Life", in REVIEW OF ECONOMIC STATISTICS, vol. 17, no. 6, (November, 1935)
- S. Kuznets (1929) "Retardation of Industrial Growth", in JOURNAL OF ECONOMIC BUSINESS, vol. 1, (August, 1929)
- S. Kuznets (1940) "Schumpeter's Business Cycles", in AMERICAN ECONOMIC REVIEW, vol. 30, (June, 1940)
- D. Landes (1969) THE UNBOUND PROMETHEUS, Cambridge University Press, (London, 1969)
- C. Layton (1972) TEN INNOVATIONS, George Allen & Unwin, (London, 1972)
- J.C. Logan (1972) "The Operations of a Glassworks in The Industrial Revolution", INDUSTRIAL ARCHAEOLOGY, vol. 9, no. 2, (May, 1972)
- K. Mainwaring (1954) "An Index of Building Costs in The United Kingdom, 1845-1938", THE ECONOMIC HISTORY REVIEW, vol. VII, (December, 1954)
- E. Mansfield (1961) "Technical Change and The Rate of Imitation", in ECONOMETRICA, vol. 29, no. 4, (October, 1961)
- S. Marglin (1978) "What do Busses do?" in A. Gorz (ed), THE DIVISION OF LABOUR, The Harvester Press, (London, 1978)
- K. Marx (1977) CAPITAL, vol. 1, Lawrence & Wishart, (London, 1977)
- K. Marx (1971) EL CAPITAL, LIBRO 1, CAPITULO VI (INEDITO), Siglo Veintiuno, (Buenos Aires, 1971)
- J. Meyer and G. Herregat (1974) "The Basic Oxygen Steel Process", in L. Nabseth and G. Ray (eds) (1974)
- The Monopolies Commission (1968) A REPORT ON THE SUPPLY OF FLAT GLASS, H.M.S.O. (London, 1968)
- L. Nabseth and G. Ray (1974) THE DIFFUSION OF NEW INDUSTRIAL PROCESSES, Cambridge University Press, (London, 1974)
- R. Nelson (1959) "The Economics of Invention: A Survey of the Literature", in THE JOURNAL OF BUSINESS, vol. 32, (April, 1959)
- R. Nelson and S. Winter (1978) "Forces Generating and Limiting Concentration under Schumpeterian Competition", in THE BELL JOURNAL OF ECONOMICS, vol. 9, no. 2, (1978)
- R. Newfarmer (1977) MULTINATIONAL CONGLOMERATES AND THE ECONOMICS OF DEPENDENT DEVELOPMENT: A CASE STUDY OF THE INTERNATIONAL ELECTRICAL OLIGOPOLY AND BRAZIL'S ELECTRICAL INDUSTRY, Phd. Thesis, University of Wisconsin - Madison, (1977)

- Penny Magazine (1841) "A Day at a Flint-Glass Factory", vol. X, (London, February, 1841)
- Penny Magazine (1844) "A Day at a Glass Factory", vol. XIII, (London, June, 1844)
- A. Phillips (1971) TECHNOLOGY AND MARKET STRUCTURE: A STUDY OF THE AIRCRAFT INDUSTRY, Heath and Co. (Lexington, 1971)
- A. Pilkington (1963) "The Development of Float Glass", THE GLASS INDUSTRY, (February, 1963)
- A. Pilkington (1971) "Float: An Application of Science, Analysis, and Judgement", GLASS TECHNOLOGY, vol. 12, no. 4, (August, 1971)
- G. Ray (1974) "Float Glass", in L. Nabseth and G. Ray (1974)
- D. Ricardo (1971) ON THE PRINCIPLES OF POLITICAL ECONOMY AND TAXATION, Penguin Books, 1971
- N. Rosenberg (1976) PERSPECTIVES OF TECHNOLOGY, Cambridge University Press, (London, 1976)
- N. Rosenberg (1976a) "Marx as a student of Technology" in MONTHLY REVIEW, vol. 28, no. 3, (New York, July - August 1976)
- M. Rossman (1931) THE PSYCHOLOGY OF THE INVENTOR, Inventors Publishing Co. (Washington, 1931)
- R. Samuel (1977) "The Workshop of the World: Steam Power and Hand Technology in mid-Victorian Britain", in HISTORY WORKSHOP, no. 3, (1977)

- J. Schmooker (1972) PATENTS, INVENTION AND ECONOMIC CHANGE, Harvard University Press, (Cambridge, 1972)
- J. Schumpeter (1928) "The Instability of Capitalism", in N. Rosenberg (ed), THE ECONOMICS OF TECHNOLOGICAL CHANGE, Penguin Books, 1971
- J. Schumpeter (1936) "The Analysis of Economic Change", in THE REVIEW OF ECONOMICS STATISTICS, vol. 17, (May, 1935)
- J. Schumpeter (1939) BUSINESS CYCLES, McGraw-Hill, (New York, 1939)
- J. Schumpeter (1976) CAPITALISM, SOCIALISM AND DEMOCRACY, George Allen & Unwin, (London, 1976)
- W. Scoville (1948) REVOLUTION IN GLASSMAKING, Harvard University Press (Cambridge, 1948)
- R. Smith (1969) "At Saint Gobain, The First 300 Years Were The Easiest", in H. Ansoff (ed), BUSINESS STRATEGY, Penguin Books, 1969
- J. Steindl (1976) MATURITY AND STAGNATION IN AMERICAN CAPITALISM Monthly Review Press, (New York, 1976)
- J. Thompson (1924) A BRIEF HISTORY OF THE GLASS INDUSTRY, Wilson Ltd. (London, 1924)
- W. Turner (1922) "The British Glass Industry: Its Development and its Outlook", JOURNAL OF THE SOCIETY OF GLASS TECHNOLOGY, vol. VI, (Sheffield, 1922)
- W. Turner (1940) "The North American Glass Industry in 1938", JOURNAL OF THE SOCIETY OF GLASS TECHNOLOGY, vol. XXIV, (Sheffield, 1940)

