

Márcia Siqueira Rapini
Janaina Ruffoni
Leandro Alves Silva
Eduardo da Motta e Albuquerque

Economia da ciência, tecnologia e inovação Fundamentos teóricos e a economia global

Belo Horizonte
Cedeplar
2021

UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitora Sandra Regina Goulart Almeida

Vice Reitor Alessandro Fernandes Moreira

FACE

FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Diretor: Hugo Eduardo Araujo da Gama Cerqueira

e Vice-Diretora: Kely César Martins de Paiva

CEDEPLAR

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E

PLANEJAMENTO REGIONAL

Diretor: Frederico Gonzaga Jayme Jr.

Vice-Diretor Gustavo de Britto Rocha

COMITÊ EDITORIAL

Carlos Eduardo Suprinyak

Bernardo Lanza Queiroz

Eduardo da Motta e Albuquerque

Leonardo Vasconcelos Renault

FICHA CATALOGRÁFICA

E19
2021

Economia da ciência, tecnologia e inovação : fundamentos teóricos e a economia global / Márcia Siqueira Rapini, Janaina Ruffoni, Leandro Alves Silva e Eduardo da Motta e Albuquerque organizadores. – 2.ed.
Belo Horizonte: FACE - UFMG, 2021.
711 p. : il. (População e economia).

ISBN 978-65-88208-12-0

Inclui bibliografias.

1. Desenvolvimento econômico. 2. Globalização. 3. Inovações tecnológicas.
I. Rapini, Márcia Siqueira. II. Ruffoni, Janaina. III. Silva, Leandro Alves. IV. Albuquerque, Eduardo da Motta e. V. Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional.

CDD: 338.9

Biblioteca da FACE/UFMG. – LVR/130/2020

Elaborado por Leonardo Vasconcelos Renault CRB-6/2211



Publicação sob a licença Creative Commons Atribuição-Não
Comercial-Sem Derivações 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Transferência internacional de tecnologia

Ester Carneiro do Couto Santos

INTRODUÇÃO

Tecnologias estrangeiras têm sido utilizadas desde tempos remotos para o fortalecimento das capacidades tecnológicas das empresas e das nações. Evidências históricas apontam que os países que tiveram mais acesso e aproveitaram melhor as tecnologias internacionais foram mais bem-sucedidos economicamente. Este foi o caso da Inglaterra, dos Estados Unidos da América, do Japão e dos países de rápida industrialização do Leste e Sudeste asiático (ROSENBERG, 1976; NELSON, 1993; KIM, 2005; FREEMAN; SOETE, 2008; KIM; NELSON, 2005).

Episódios como o acesso europeu às tecnologias da pólvora e da bússola chinesas por meio de expedições europeias ainda no século XVI (ROSENBERG, 2006), ou a migração de trabalhadores ingleses qualificados para os EUA durante o século XIX na assistência à operação de máquinas inglesas (ROSENBERG, 1976, p. 155) apontam para a relevância dos fluxos tecnológicos na história da humanidade.

Com o crescimento da competição e da produção internacional, e dada a impossibilidade real de os países/empresas individualmente oferecerem respostas rápidas a estas mudanças, o acesso a tecnologias estrangeiras tem se tornado imperativo para o suprimento das necessidades tecnológicas das empresas e para a manutenção de seu dinamismo (NARULA; ZANFELI, 2005).

Zhang e Gallagher (2016), por exemplo, apontam como a China tem utilizado sistematicamente formas variadas para acessar tecnologias estrangeiras notadamente em energia fotovoltaica. As estratégias chinesas para dominar essa tecnologia têm se assentado não apenas na pesquisa e desenvolvimento (P&D) tradicional, mas também na contratação de mão de obra estrangeira especializada; na inserção de chineses educados no exterior em suas fábricas; e na instalação de filiais no exterior; na instalação de laboratórios de P&D em países desenvolvidos para acessar novas técnicas.

Entre 2011 e 2013, firmas chinesas aumentaram seus investimentos em P&D na

Bélgica de € 0,6 milhão para € 37,2 milhões. Na Áustria, no mesmo período, esse aumento foi de € 36 milhões para € 86 milhões, enquanto na Alemanha entre 2007 e 2013 o gasto com P&D da China saltou de € 8,5 milhões para € 102,4 milhões, apontando para uma busca chinesa mais intensa de tecnologias em países mais avançados (IVERSEN *et al.*, 2017, p. 52).

De outro lado, empresas de países desenvolvidos também têm buscado ampliar suas estratégias competitivas buscando novas tecnologias em países menos desenvolvidos. Em 2012, por exemplo, a GM abriu na China um centro de pesquisa focado em tecnologias verdes empregando 300 pesquisadores chineses. Segundo o diretor do centro, a finalidade do centro era se apropriar do talento dos profissionais chineses (RYFISCH, 2014). Outras importantes empresas multinacionais também abriram centros de P&D na China como a IBM, Microsoft, Motorola, Nokia, Sony, Toshiba, Hitachi, Fujitsu, NEC, Samsung, dentre outras (MOTOHASHI, 2015).

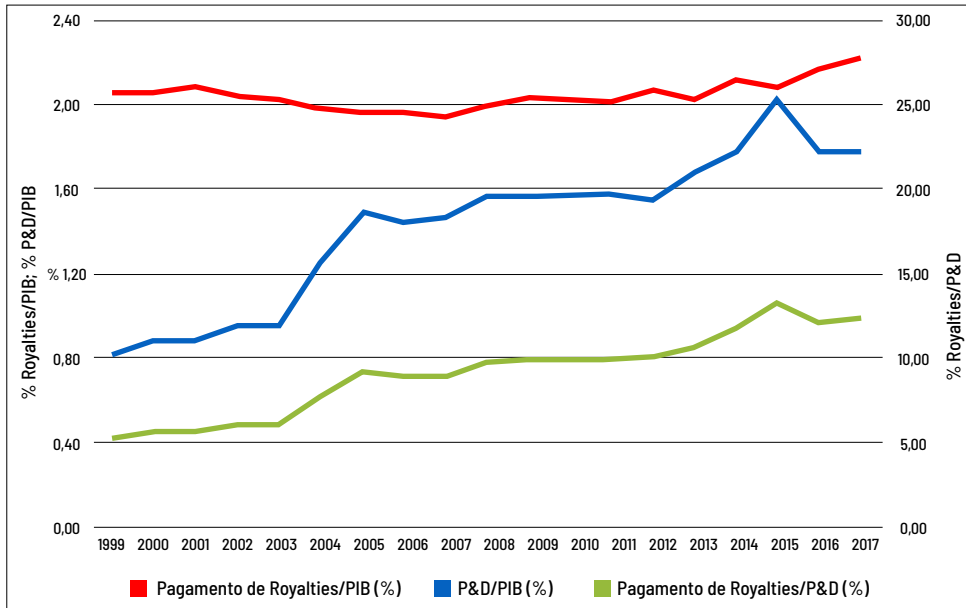
Entre 2005 e 2007 foram abertos na China 50 novos centros de P&D de empresas multinacionais. Enquanto na Índia entre 2000 e 2007 surgiram cerca de 35 a 45 novos centros de P&D de multinacionais por ano (DACHS *et al.*, 2012, p. 31). Segundo dados da Agência Nacional de Estatísticas da China, entre 2012 e 2017 os gastos com P&D de empresas estrangeiras no país teve um aumento de 35%, sendo a maioria das pesquisas realizadas na China por meio de empresas do tipo *joint venture*. Esse formato aponta também para a força das empresas chinesas em desenvolver novas tecnologias em conjunto com empresas estrangeiras (NBEC, 2013; 2017).

Em suma, tecnologias estrangeiras têm sido utilizadas como elemento essencial ao alcance de trajetórias tecnológicas superiores ao lado dos esforços das economias individuais. Conforme destaca Rosenberg (1976, p. 380), este aspecto é tão importante quanto as atividades inventivas, e o “[...] o próprio crescimento econômico tem sido determinado em grande extensão pela capacidade de utilizar novas tecnologias, sejam elas desenvolvidas localmente ou no exterior”.

Fazendo um comparativo da importância de tecnologias estrangeiras em relação ao esforço próprio de pesquisa das economias, o Gráfico 1 mostra a série histórica de 1999 a 2017 das relações entre gastos com pesquisa e desenvolvimento, em termos mundiais, e o pagamento de royalties por tecnologia estrangeira adquirida, valores que podem ser considerados proxy dos fluxos tecnológicos internacionais (SANTOS, 2014). De acordo com os dados, a estrutura mundial de gastos com P&D em relação ao PIB, embora não tenha se mantido estável no período, mostrou uma tendência fracamente ascendente, enquanto as despesas com aquisição de tecnologia apresentaram uma tendência claramente crescente. Isso significa que, em média, as estratégias de desenvolvimento tecnológico dos países tenderam a fortalecer a importação de tecnologias (pagamento de royalties) frente às atividades inovativas nacionais (gastos com P&D), mesmo considerando a complementariedade entre essas duas dimensões. Esses dados cobrem apenas a uma parcela do volume de tecnologias que circulam

entre as fronteiras, contudo, permitem expandir e ajudam a corroborar os resultados do survey realizado por Levin et al. (1987) – conhecido como Yale Survey – em que é evidenciado que dentre os mecanismos de apropriação de conhecimento de grandes firmas americanas, o licenciamento de tecnologias apresentou peso superior à realização de P&D própria.

Gráfico 1 – Relações Entre Pagamento de Royalties, Despesas com P&D e PIB da Economia Mundial (1999-2017)



Fonte: Elaboração própria a partir de World Development Indicators (2020)

Essas evidências apontam que existe o que se pode chamar de uma esfera internacional do processo de mudança tecnológica. Ou seja, além dos esforços nacionais partes dos Sistemas Nacional de Inovação (Capítulos 13 e 14) (como investimento em P&D, em educação, parques tecnológicos, etc.) para a compreensão do progresso tecnológico, há que se considerar também a importância de um processo colaborativo que se tem estabelecido entre as nações de forma cada vez mais acelerada.

Todavia, ainda pouca atenção tem sido direcionada a esta esfera, enquanto maior destaque tem sido dado aos esforços próprios das economias individuais (ERNST, 2002). Pode-se dizer que há um relativo desconhecimento sobre o que são e em que consistem esses fluxos tecnológicos internacionais, bem como se dá efetivamente esse processo. Esse capítulo busca trazer uma discussão teórica sobre esse fenômeno, procurando analisar mais detidamente esse relevante elemento para a mudança tecnológica, de modo a discutir algumas de suas especificidades.

Na seção 1, discutiremos o conceito de tecnologia e transferência tecnológica à luz da abordagem evolucionária. Já na seção 2 será discutido mais profundamente o papel do investimento direto estrangeiro (IDE) enquanto canal de transferência tecnológica e as diversas formas pelas quais as tecnologias são transferidas por esta via. Na terceira teremos as considerações finais e algumas agendas de pesquisa na área.

1. TECNOLOGIA E OS FLUXOS TECNOLÓGICOS INTERNACIONAIS: ELEMENTOS TEÓRICOS

Autores ligados à tradição neo-schumpeteriana compreendem o termo tecnologia considerando sua natureza **complexa e multifacetada**. Nesta concepção, a tecnologia, além seu **aspecto físico e codificado**, possui um **aspecto menos tangível e tácito**. Incorpora experiências de sucesso e fracasso, bem como a questão do aprendizado dos agentes. Neste aspecto, a tecnologia encontra-se vinculada a um conjunto de procedimentos inseridos em um determinado paradigma tecnológico, estando enraizada nos profissionais e na rotina das empresas (DOSI, 1982, p. 151-152; PAVITT, 1985, p. i; NELSON, 2006a, p. 97).

Na abordagem evolucionária, a tecnologia é frequentemente concebida como um ativo específico à firma (embora não exclusivo), embutida em suas rotinas (ver Capítulo 6) concernente às propriedades do processo de produção que é cumulativo por natureza (CIMOLI; DOSI, 1995). Como destacam Rosenberg e Frischtak (1985, p. vii),

[...] Technology might be more usefully conceptualized as a quantum of knowledge retained by individual teams of specialized personnel. This knowledge, resulting from their accumulated experience in design, production, and investment activities, is mostly tacit, that is, not made explicit in any collection of blueprints and manuals.¹

Por esta concepção, a questão da cumulatividade do conhecimento passa a ser fundamental para a definição das trajetórias tecnológicas das firmas (SAVIOTTI; METCALFE, 1991). Conforme destaca Rosenberg (1976, p. 167), a tecnologia tem um longo cordão umbilical. É dependente de conhecimentos passados sendo cumulativa por natureza. Nesse aspecto, tecnologia não poderia ser comparada a uma prateleira de *blueprints* onde bastaria ser retirado o “produto” certo. Porém,

1. “[...] tecnologia pode ser mais utilmente conceituada como um quantum de conhecimento retido por equipes individuais de pessoal especializado. Este conhecimento, resultante da experiência acumulada em design, produção, como atividades de investimento, é mais tácito, isto é, não explicitado em qualquer coleção de blueprints e manuais” (ROSENBERG; FRISCHTAK, 1985, p. vii, tradução nossa).

seria mais complicado que isso à medida que o know-how é em sua maior parte, não escrito, incorporado em indivíduos e em procedimentos internos às organizações, bem como precisa ser frequentemente adaptado (MANSFIELD, 1975; CIMOLI; DOSI, 1995).

Pavitt (1985) aponta ainda que a tecnologia pode ser compreendida como um conjunto de técnicas e conhecimentos relacionados. Nesse sentido, a compreensão da tecnologia perpassa pelo conhecimento do paradigma tecnológico no qual ela está inserida, ou seja, pelo conjunto de conhecimentos a ela associados, sem os quais ela não pode ser plenamente apreendida.

Da mesma forma, Dosi (1982) observa que a parte desincorporada da tecnologia consistiria em “(...) *particular expertise, experience of past attempts and past technological solutions, together with the knowledge and the achievements of the “state of the art”*” p. 152). Por esta visão, a compreensão de tecnologia também inclui a “[...] *“perception” of a limited set of possible technological alternatives and of notional future developments.*”³ (p. 152). Portanto, aponta para a noção de sua inserção dentro de determinado paradigma tecnológico.

Nelson (2006a, p. 97)⁴ na mesma linha vincula o conceito de tecnologia à noção de paradigma tecnológico:

[...] a tecnologia já não é adequadamente caracterizada como um simples corpo de práticas. Isso está incluído, mas a tecnologia também envolve um conjunto de noções genéricas sobre como as coisas funcionam, as variáveis-chave que afetam o desempenho de processos e produtos, a natureza das principais oportunidades e dos obstáculos atualmente existentes, e as renunciadoras maneiras de removê-los.

Sendo assim, em linhas gerais, na abordagem evolucionária a tecnologia é compreendida dentro de seu contexto de criação e difusão. A questão do conhecimento tácito, da cumulatividade do conhecimento, da racionalidade limitada dos agentes, o papel das rotinas, o papel ativo das empresas na busca de inovações para garantir sua sobrevivência e geração de diversidade no ambiente econômico, e o papel do paradigma tecnológico no qual determinada tecnologia está inserida, são os principais aspectos que permeiam a compreensão do termo por esta concepção.

Tecnologia é então entendida como um termo de não tão fácil definição dado que permeia diversas esferas da vida em sociedade. Sua presença encontra-se em diversos

2. “[...] *particular expertise, experiências e tentativas passadas e de soluções passadas, junto com o conhecimento e realizações do ‘estado da arte’*” (DOSI, 1982, p. 152, tradução nossa).

3. “[...] *‘percepção’ de um limitado conjunto de alternativas tecnológicas e sua noção de desenvolvimento futuro*” (DOSI, 1982, p. 152, tradução nossa).

4. Original de 1996.

elos da vida econômica e social possuindo, portanto, uma característica muito pervasiva que foge aos cânones da análise econômica tradicional. Por esta concepção, se reconhece que esses “pedaços de conhecimento”⁵ (DOSI, 1982, p. 21) possuem peculiaridades complexas e específicas, na maioria das vezes de difícil mensuração.

Por outro lado, mesmo que na atualidade a firma seja o elo que guarde as tecnologias de mais difícil acesso, existem diversas formas como esses elementos pouco tangíveis estão presentes na vida social (e econômica) e podem ser transportados de uma localidade a outra. Sua transferência, contudo, não é fácil ou sem custos, uma vez que é dependente de experiências passadas e de habilidades das firmas, países e indivíduos envolvidos (TEECE, 1977).

Considerando esse prisma de observação, a transferência de tecnologia entre as fronteiras nacionais envolve alguns elementos além da mera transposição de máquina ou equipamento de um local a outro. Além desse aspecto, inclui-se a transferência de habilidades, de know-how, de técnicas e de ideias entre as nações, permitindo aperfeiçoamento nas atividades produtivas (PAVITT, 1985).

1.1 Fluxos tecnológicos internacionais

Os fluxos tecnológicos internacionais podem ser considerados como a transferência de habilidades, know-how, técnicas, ideias, máquinas, equipamentos, etc., entre as nações, que permitem aperfeiçoamentos nas atividades produtivas (PAVITT, 1985). Em linhas gerais, estes fluxos podem ocorrer por meio de estruturas mais formalizadas mediadas pelo mercado como o investimento direto estrangeiro (IDE), licenciamento, contratação de consultoria técnica especializada, importação de máquinas e equipamentos, etc., ou por vias menos formais mediadas ou não pelo mercado, como publicações científicas, apresentações em workshops e congressos, feiras de exposição, viagens, contratação de trabalhadores com experiência em firmas estrangeiras, migração de indivíduos de alta capacitação, pirataria, engenharia reversa, etc. (KIM, 1991; TUNG, 2001; ODAGIRI *et al.*, 2010).

Em todos esses canais pode-se destacar a potencialidade para a transferência desses “pedaços de conhecimento”⁶ (DOSI, 1982, p. 21) ou tecnologias de maneiras variadas que podem ser combinadas e recombinadas em outras localidades com ativos locais ou serem reproduzidas e depois aperfeiçoadas. A multiplicidade de canais por onde os fluxos tecnológicos podem transcorrer implica que as tecnologias podem fluir entre as fronteiras nacionais por canais que apresentam

5. “*Pieces of knowledge*”.

6. “*Pieces of knowledge*”.

dificuldade de observação ou mensuração de maneira conjunta.

O Quadro 1 aponta os principais canais de transferência internacional de tecnologia de modo simplificado, segundo classificação proposta por Kim (1991). Nessa classificação, os canais são divididos didaticamente entre os mediados ou não pelo mercado. Na prática frequentemente os canais de transferência internacional de tecnologia são utilizados de forma combinada. Quando se consideram, por exemplo, transferências tecnológicas entre nações que se dão por meio de acordos de cooperação tecnológica, não se pode excluir o fato de que a utilização desse canal frequentemente inclui a troca de licenças de tecnologia entre as firmas envolvidas, o fluxo de mão de obra qualificada entre suas equipes técnicas, a realização eventual de treinamentos conjuntos, visitas técnicas mútuas, etc.

Quadro 1 – Principais canais de transferência internacional de tecnologia

Tecnologias	Canais
<p>Mediadas pelo mercado (formais)</p>	<p>Investimento Direto Estrangeiro (IDE). Subcontratação/terceirização/participação em cadeias globais de produção e de inovação. Exportação de máquinas e equipamentos. <i>Turn Keys</i>. Licenciamento de tecnologias. Compra/venda de tecnologias. Consultoria técnica especializada. Assistência técnica. <i>Joint ventures, research joint ventures</i> e outros tipos de acordos de cooperação para criação de novas tecnologias. Instalação de laboratórios de P&D em subsidiárias no exterior. Educação (graduação e pós-graduação) no exterior.</p>
<p>Não mediadas pelo mercado (informais)</p>	<p>Observação de técnicas e práticas de empresas multinacionais (EMNs) por empresas dos países hospedeiros. Fluxo de mão de obra especializada entre fronteiras. Engenharia reversa, pirataria, espionagem industrial. Conhecimento de caráter informal transacionado em viagens comerciais e de negócios. Viagens de negócio e viagens em geral. Disseminação de novas descobertas por meio de artigos, livros e resultados de pesquisa disponibilizados gratuitamente na internet ou bibliotecas públicas, e documentos de patentes. Participação em redes de inovação aberta (<i>Open Innovation</i>).</p>

<p>Mediadas ou não pelo mercado</p>	<p>Acesso a novas máquinas e equipamentos por meio de fornecedores, clientes, demonstrações comerciais ou outros canais. Seminários, palestras, conferências, workshops. Colaboração internacional em P&D. Acesso a conteúdos veiculados pela mídia impressa e televisiva. Artigos em periódicos especializados, livros. Acordos intragovernamentais de transferência tecnológica. Visita técnica. Tecnologias transmitidas pela TV (aberta ou paga) e cinema, por exemplo, via documentários.</p>
-------------------------------------	--

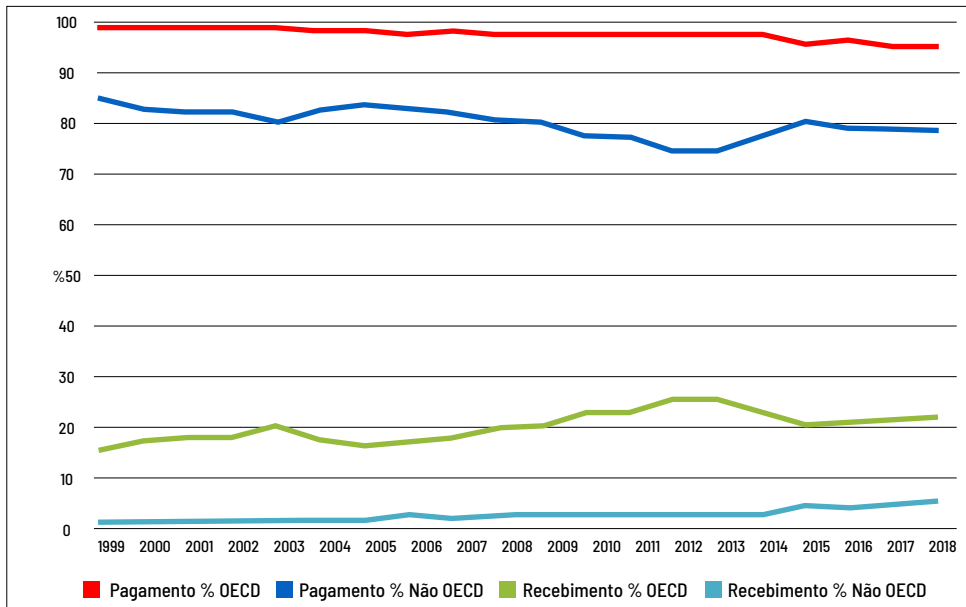
Fonte: Adaptado de Kim (1991) e estudos de caso relacionados (por exemplo, ODAGIRI et al., 2010).

Considerando essa ampla gama de canais para transferências internacionais de tecnologia (TIT), diversos estudos, principalmente ligados à análise da história econômica, ao apontar os mecanismos diversos (formais e informais) que levam às TIT por meio de canais variados, evidenciam as dificuldades reais em conter esse movimento ao longo do tempo (ROSENBERG, 1976; NELSON, 1993; ODAGIRI *et al.*, 2010). Freeman e Soete (2008) ilustram, por exemplo, que os diversos artifícios utilizados pela Inglaterra para impedir que a tecnologia relacionada à máquina a vapor vazasse por suas fronteiras ainda no século XVII lograram ineficazes. Nem mesmo realização de revista de passageiros em viagens internacionais para impedir que protótipos ou *blueprints* de máquinas a vapor fossem levados com eles ao exterior surtiu qualquer efeito. Muitos trabalhadores guardavam os modelos das máquinas memorizados consigo.

1.2 Absorção de tecnologias estrangeiras e o papel das capacitações próprias

As evidências empíricas apontam que, embora seja impossível conter os fluxos internacionais de tecnologia (FIT), existe uma fraca participação de economias menos desenvolvidas nesse processo. Nesse sentido, as séries históricas dos pagamentos e recebimentos de royalties no período de 1999 a 2018 apresentada no Gráfico 2 evidenciam o caráter estrutural da concentração dos direitos econômicos das tecnologias nas economias mais desenvolvidas. Embora apresente alguma redução em relação ao início da série (99,09% em 1999), os países da OCDE receberam quase 95% dos fluxos de royalties pagos no mundo em 2018. Mais do que isso, o conjunto das economias mais desenvolvidas são também o destino principal das tecnologias transferidas, uma vez que elas foram responsáveis por cerca de 78% dos pagamentos de royalties em 2018, frente a quase 85% em 1999. Esses dados apontam que o pequeno crescimento dos países em desenvolvimento (não OCDE) em ambas as séries sugere que há uma efetividade limitada desses países nos fluxos tecnológicos internacionais.

Gráfico 2 – Distribuição dos Pagamentos e Recebimentos de Royalties por Bloco de Países (1999-2018)



Fonte: Elaboração própria a partir de World Development Indicators (2020)

Rosenberg e Frischtak (1985) apontam para a existência desse processo aparentemente contraditório inerente das relações de transferência tecnológica. Ao mesmo tempo em que estes fluxos possuem característica pervasiva (no que tange aos seus canais de transferência o que permite seu maior alcance), seu acesso não é livre nem sem custos. O que, de certa forma, limita o sucesso de sua transferência, mesmo quando entendido como capacidade de empresas/instituições locais de selecionarem, utilizarem produtivamente, (re)produzirem, adaptarem e aprimorarem a tecnologia transferida.

Essa contradição é aparente porque este último movimento, visto como mais sofisticado, é distinto do primeiro: afinal há diferenciação entre a mera transposição física de tecnologias entre fronteiras nacionais e o fluxo tecnológico que envolve transferência do núcleo de conhecimentos associados a esta tecnologia.

O primeiro caso pode ser exemplificado com a instalação de uma empresa multinacional (EMN) em determinada localidade, mas o know-how tecnológico permanece nas mãos dos funcionários da empresa matriz. Já no segundo caso há também a transferência de conhecimento. Em ambos os casos, o fluxo tecnológico se deu, porém, no último exemplo, pode-se dizer que o movimento foi bem-sucedido.

Nesta última modalidade, a capacidade de absorção da tecnologia transferida é requerida dos agentes locais. Nas palavras de Rosenberg (2006, p. 401), “o transplante bem-sucedido de uma tecnologia envolve a capacidade local para alterá-la, modificá-la e adaptá-la de mil maneiras diferentes – maneiras frequentemente sutis, apenas evidentes para pessoas dotadas de considerável capacidade técnica”.

Assim, a presença de capacitação tecnológica prévia em uma firma/nação é um dos prerequisites para a compreensão desse movimento contraditório. A transferência tecnológica bem-sucedida, portanto, liga-se à capacidade de absorção (COHEN; LEVINTHAL, 1990) da tecnologia transferida, que, por sua vez, está vinculada à construção de uma capacidade de aprendizagem (ver Capítulo 7).

Não obstante, a construção de capacidades tecnológicas próprias é um processo custoso. Envolve um processo de aprendizado que requer esforços deliberados, intencionais e crescentes para reunir novas informações, testar objetos, criar novas habilidades e rotinas operacionais, e descobrir novos relacionamentos externos. O processo de aprendizagem, por sua vez, envolve “*organising knowledge and activities in particular sequences, training and education, search, and experimentation*” (LALL, 1990, p. 17).⁷

Na ausência de capacidades tecnológicas próprias, na prática, as firmas não possuem um conjunto de possibilidades tecnológicas explícitas ou acessíveis sem que antes precisem passar pela etapa do aprendizado. E como cada firma é relativamente única em suas capacidades, o conjunto de tecnologias que ela pode utilizar em dado momento é, em geral, menor que o conjunto de tecnologias que estão efetivamente disponíveis para sua utilização (ROSENBERG; FRISCHTAK, 1985). Nesse aspecto, as transferências, para serem bem-sucedidas, não se dão sem um custo de aprendizagem dos agentes. Certa capacidade de absorção é exigida nesse processo.

A aquisição e o uso de tecnologias geradas em outros locais envolvem muitas dimensões que não se limitam ao conhecimento codificado. O conhecimento tácito subjacente à capacidade de lidar com sua complexidade é fundamental para que ocorram transferências tecnológicas bem-sucedidas. E este é adquirido por meio de tentativa e erro, experiências adquiridas dentro das firmas, por meio de atividades deliberadamente planejadas na forma de engenharia e design de produto, treinamento e educação, desenvolvimento de protótipos, etc. (MANSFIELD, 1975; KIM, 1991; CIMOLI; DOSI, 1995; PATEL; PAVITT, 1995).

7. “a organização do conhecimento em seqüências particulares, [incluindo] treinamentos, educação formal, busca e experimentação” (LALL, 1990, p. 17; tradução nossa)

Como exemplo, Kim (2005) aponta que, quando a Samsung ingressou na produção de fornos de micro-ondas em meados da década de 1970, o acesso às tecnologias estrangeiras não foi suficiente para um processo produtivo eficiente. Foram necessárias várias horas de trabalho pela equipe de engenharia da empresa, para compreender e adaptar as tecnologias estrangeiras. Um grupo de engenheiros permaneceu trabalhando 80 horas semanais para produzir seu primeiro protótipo. Sem a presença de uma equipe capacitada, a reprodução dessa tecnologia dificilmente teria sido concretizada. De forma semelhante, o apoio e o incentivo do governo coreano foram fundamentais.

Para lidar com a complexidade da tecnologia, é necessário não apenas o conhecimento codificado, mas também o conhecimento tácito que é adquirido por meio da prática. A presença desse conhecimento mostra-se importante desde as etapas da identificação da tecnologia a ser comprada, até sua aquisição correta e adaptação às necessidades locais (MANSFIELD; TEECE; ROMEO, 1979).

Neste aspecto, considerando especificamente o caso das economias menos desenvolvidas podemos nos remeter à posição de Albuquerque *et al.* (2009), de que existe um erro latente na exposição de um modelo linear invertido (implícito ou explícito) de que nestas economias deveria haver um desenvolvimento econômico e tecnológico pretérito à criação de capacitações próprias (desenvolvimento científico). A crescente sofisticação e complexificação das tecnologias têm exigido cada vez mais a presença (continuada) de capacitações tecnológicas endógenas, como ponto de partida desse processo e não atividade final.

Assim, muito embora a tecnologia possa fluir de maneira quase sem restrições entre as fronteiras nacionais (LALL, 1990), o movimento de sua assimilação, imitação, adaptação e introdução de melhorias por parte das firmas locais (CIMOLI; DOSI, 1995), que contribui para o processo de *catching up* tecnológico (ODAGIRI *et al.*, 2010), não pode ser trivializado (KIM; NELSON, 2005). Somente quando a complexidade da tecnologia é esquecida, a natureza de sua assimilação é trivializada (WESTPHAL; KIM; DAHLMAN, 1985).

Ademais, o próprio processo de aquisição de tecnologias estrangeiras, também faz parte da trajetória evolucionária do processo de aprendizagem, sendo um dos elementos constituintes de sua dinâmica. Ou seja, o acesso a tecnologias estrangeiras possui um efeito de retroalimentação sobre as capacidades tecnológicas dos agentes, que contribui para o processo de mudança tecnológica. Quanto mais se tem capacidade tecnológica, mais se acessam tecnologias externas de maneira efetiva, o que, por sua vez, contribui novamente para uma maior capacidade de acesso a tecnologias externas e assim por diante (TOLENTINO, 1993; CIMOLI; DOSI, 1995; ERNST, 2002; PIETROBELLI; RABELLOTTI, 2009).

1.3 Canais de transferência tecnológica e a maturidade dos Sistemas de Inovação

A análise dos indicadores disponíveis e estudos de cunho mais qualitativo (principalmente ligados à história econômica), têm ainda sugerido que os canais de transferência internacional de tecnologia utilizados por determinada economia estão fortemente relacionados à maturidade de seus Sistemas de Inovação (SIs).

Lall (1990), analisando os diferentes canais de TIT utilizados pelos países menos desenvolvidos conclui que estas economias quando nos estágios iniciais do desenvolvimento de suas capacidades tecnológicas, tenderam a se utilizar mais de tecnologias “empacotadas” (*packed technologies*), como o IDE, *turn keys*, etc. Já quando começaram a alcançar maiores níveis de maturidade tecnológica, essas economias tenderam a buscar tecnologias estrangeiras de um modo mais ativo e independente, por meio da utilização de canais menos “empacotados” (*unpacked technologies*), como o licenciamento e os acordos de cooperação tecnológica.

Uma ilustração nesse sentido seria a transferência de tecnologias por meio do Investimento Direto Estrangeiro (IDE), em contraposição à sua aquisição por meio de licenciamento. No primeiro formato, as tecnologias são adquiridas como “pacotes” tecnológicos mais fechados, porém mais completos. Transferências de tecnologia via IDE não requerem, necessariamente, capacidades tecnológicas específicas por parte dos países recipientes e propiciam o ingresso de um conjunto de novas tecnologias em suas fronteiras, que incluem modos de realizar negócios, atualizações constantes, etc. Já por meio do licenciamento, haveria uma maior necessidade de conhecimento prévio de seleção e busca por parte do país/firma adquirente que envolveria ainda a necessidade de uma capacidade de manter, gerir e adaptar aquela tecnologia adquirida dentro de suas redes de negócio (LALL, 1990; KIM, 2005).

Nesse sentido, a observação da dinâmica de participação de determinada economia nos fluxos tecnológicos internacionais quando analisada por determinado indicador ou conjunto de indicadores, pode estar revelando também um movimento de maturidade do Sistema de Inovação (SI) de determinado país. A história econômica, contudo, revela que a alteração dos canais utilizados é sutil e implica mais na ampliação dos canais utilizados, do que num processo de substituição entre esses canais. Antes, ao contrário, quanto maior a maturidade tecnológica de determinada economia, mais amplas têm se mostrado suas fontes de aquisição de tecnologia externa.

Esses estudos sugerem ainda que, à medida que determinada economia avança em termos de sua capacidade tecnológica, essa dinâmica de ampliação e rear-

ranjo das fontes tecnológicas externas utilizadas contribui mais uma vez para a maturidade de seu SI, num movimento de retroalimentação positiva (TOLENTINO, 1993; KIM, 2005; AMSDEN, 2004; NELSON, 1993; KIM; NELSON, 2005).

Na sequência vamos discutir mais detidamente as especificidades de um canal de transferência internacional de tecnologia, o IDE, a fim de ilustrar o que temos até aqui discutido teoricamente. Como no IDE vários canais são usados conjuntamente para que as tecnologias fluam entre as fronteiras nacionais, sua discussão torna-se relevante.

2. COMO O INVESTIMENTO DIRETO ESTRANGEIRO (IDE) TRANSFERE TECNOLOGIAS ENTRE AS FRONTEIRAS NACIONAIS?

Empresas multinacionais (EMNs) têm um papel poderoso para a transferência de tecnologias entre as fronteiras, que é mais efetivo do que qualquer alternativa de mecanismo institucional, uma vez que estas possuem as maiores parcelas dos estoques mundiais de tecnologia, além de habilidade para a busca, seleção, criação e coordenação de diferentes tecnologias entre os países (CHEN, 1994; DUNNING; LUNDAN, 2008).

Os principais canais pelos quais estas instituições transferem tecnologias internacionalmente são o IDE, a participação em *joint ventures*, o licenciamento, participações minoritárias em empresas estrangeiras, o estabelecimento de franquias no exterior, *turn keys*, alianças de cooperação tecnológica, a subcontratação internacional e a exportação de bens manufaturados tecnologicamente avançados (CHANDLER; AMATORI, HIKINO, 1997; DUNNING; LUNDAN, 2008). Dentre esses canais, apenas o IDE pode ser considerado um canal de transferência de tecnologias estritamente relacionado à EMN, enquanto os demais podem ser realizados por firmas que não possuem essa multinacionalidade. Aliás, Dunning e Lundan (2008, p. 3) definem EMN como uma empresa que “*engages in foreign direct investment (FDI) and owns or, in some way, controls value-added activities in more than one country*”⁸, apontando o IDE como um canal intrínseco à natureza da EMN.

O IDE pode ser definido como negócio empresarial que opera fora das fronteiras nacionais e que possui real ou potencial participação gerencial do país sede na entidade estrangeira e não apenas fluxo financeiro (MASON, 1994).⁹ Segundo

8. “como uma empresa que se engaja no IDE e possui ou, de alguma forma organiza em mais de um país, atividades que geram valor agregado” (DUNNING; LUNDAN, 2008, p. 3, tradução nossa).

9. Original de 1987.

Dunning e Lundan (2008, p. 7), ele se diferencia do investimento indireto ou de portfólio por duas características principais. A primeira seria que o IDE *“involves the transfer of a package of assets or intermediate products, which includes financial capital, management and organizational expertise, technology, entrepreneurship, incentive structures, values and cultural norms, and access to markets across national boundaries; the last involves only the transfer of financial capital”*¹⁰ ao invés de uma mera participação acionária. Ademais, o IDE não envolve qualquer mudança na estrutura de propriedade do investidor, antes os ativos transferidos para a localidade estrangeira continuam sendo gerenciados dentro de sua estrutura hierárquica.¹¹

O IDE, portanto, envolve a transferência de um conjunto de ativos que permite tanto ao país sede quanto ao país hospedeiro alcançar núcleos e pacotes tecnológicos mais complexos dentro de uma estrutura de propriedade bem delineada e apta a gerenciá-los. Nesse sentido, embora antes do advento da moderna EMN tenham sido verificados diversos episódios de transferência tecnológica entre as fronteiras, foi com o surgimento dessa instituição, considerada um network com potencial para a integração de ativos, recursos, capacidades e conhecimento de múltiplas localidades (CANTWELL; MUDAMBI, 2005), que esse movimento se tornou mais intenso (KOGUT; ZANDER, 1993; CANTWELL; DUNNING, 1994; DUNNING; ARCHER, 1987).

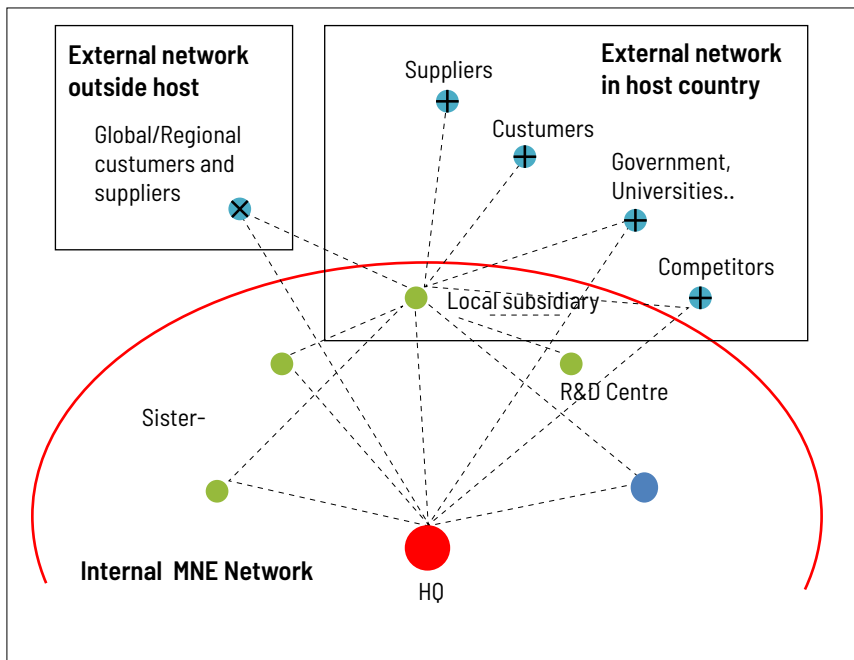
A subsidiária de uma EMN reúne em uma dada localidade estrangeira, competências tecnológicas que foram desenvolvidas em diversas partes do mundo e transferidas por suas redes internas e externas de comunicação apresentando-se como importante fonte potencial de novas tecnologias ao país hospedeiro. Enquanto isso, outras subsidiárias em diversas localidades atuam como tentáculos na obtenção de tecnologias ao redor do globo também contribuem para uma constante atualização e ampliação das capacidades tecnológicas das empresas sede e filiadas dentro de sua rede de atuação (DUNNING, 1983; CANTWELL; DUNNING, 1994; DUNNING; NARULA, 1999; ALMEIDA; SONG; GRANT, 2002; CANTWELL; IAMMARINO, 2003; GLUGLER; MICHEL, 2010; FIGUEIREDO, 2011).

10. “envolve a transferência de um pacote de ativos ou produtos intermediários que inclui capital financeiro, expertise organizacional e gerencial, tecnologia, empreendedorismo, estruturas de incentivo, valores e normas culturais e acesso a mercados além das fronteiras nacionais” (DUNNING; LUNDAN, 2008, p. 7, tradução nossa).

11. Na prática, porém, não é simples a mensuração do IDE dada a impossibilidade real de se aferir essas características nas transações internacionais. Assim variáveis adicionais são utilizadas por órgãos de estatística oficiais para a mensuração das estatísticas de IDE, como a duração do investimento externo e mesmo a delimitação de uma participação mínima. Para uma discussão mais detalhada ver Dunning e Lundan (2008).

Collinson e Wang (2012) apontam esquematicamente as redes internas e externas de conhecimento que uma empresa subsidiária tem acesso, incluindo os networks internos e externos da empresa sede (empresa sede, outras subsidiárias, centros de P&D, fornecedores globais, etc.) e os do país hospedeiro (fornecedores locais, universidades, competidores, etc.), ilustrando suas diversas fontes de acesso a novas tecnologias (Figura 1). Nesse sentido, pode-se vislumbrar a rede de possibilidades em termos de acesso a novas tecnologias que a presença de uma EMN em uma localidade estrangeira pode proporcionar, notadamente em países menos desenvolvidos, que em muitos casos é subestimada. Mas para o país se aproveitar disto é preciso que o Sistema de Inovação tenha algumas condições (ver Capítulos 13 e 14).

Figura 1 – A empresa subsidiária: links entre fontes de capacitação*



*HQ = Headquarter (empresa sede); RHQ = regional headquarters (sede regional).

Fonte: Collinson e Wang (2012, p. 1.502).

2.1 Algumas evidências das transferências internacionais de tecnologia por meio do IDE

Conforme apontam Narula e Zanfei (2005), entre 1982 e 2001 o afluxo de IDE no mundo foi ampliado em 12 vezes e o volume de exportações de filiais

de EMNs no exterior praticamente triplicaram. Ademais, entre 1978 e 1980, os países menos desenvolvidos tiveram uma participação em torno de 20% nesse total, enquanto em 2018 tiveram um salto de participação para 54%. Em 2009, a China já havia se tornado o segundo maior destino dos fluxos de IDE no mundo depois dos EUA, permanecendo até 2018 neste posto (UNCTAD, 2006; 2012).

Esse movimento que pode ser considerado recente na história econômica mundial¹² tem implicado em significativas mudanças no âmbito da direção dos fluxos internacionais de tecnologia (CHANDLER, 1980; DUNNING; LUNDAN, 2008). Notadamente quando se considera o movimento da realização de P&D em subsidiárias.

Dunning e Pearce (1985) por meio de um *survey* com as maiores EMNs de 1982 apontam que neste período, apenas 12% de suas atividades de P&D eram realizadas fora das fronteiras nacionais. Já em um *survey* de 2008 considerando as mil maiores empresas em termos de gastos com P&D no mundo (cujos gastos com P&D respondiam por 80% dos gastos empresariais com P&D no mundo), Jaruzelski e Dehoff (2008) encontraram que em 2007, na média, 55% de seus gastos com P&D eram realizados no exterior. Desse montante apenas 1% foi direcionado aos países menos desenvolvidos. Contudo, entre 2002 e 2007, em termos absolutos, a China e a Índia obtiveram um crescimento de 25,4% nesses fluxos. Já entre 2007 e 2015 esse crescimento foi de 79% e 116%, respectivamente (JARUZELSKI; SCHWARTZ, 2015).

Grimes (2014, p. 195) aponta ainda que não apenas o valor investido tem sido ampliado, como também a qualidade das pesquisas realizadas por empresas multinacionais na China tem alcançado patamares superiores. Ele exemplifica essa questão com o caso da Roche, cujas pesquisas na China mudaram de um foco inicial em desenvolvimento de drogas para projetos altamente inovativos envolvendo companhias chinesas de biotecnologia.

Esses estudos, ainda que não estritamente comparáveis, são suficientes para sugerir que a desconcentração das atividades produtivas por meio do IDE tem sido também acompanhada por uma desconcentração na localização das atividades de P&D entre fronteiras (ou uma internacionalização da tecnologia), incluindo uma ampliação da participação dos países menos desenvolvidos, ainda que em menor proporção. Esse movimento de descentralização da P&D para subsidiárias pode representar ganhos tanto para os países sede quanto hospedeiros na medida em que permite o aprendizado mútuo, transferências de capacitações tecnológicas,

12. Segundo Dunning e Lundan (2008, p. 154) o surgimento da moderna empresa multinacional data de 1870.

bem como a criação de novas tecnologias (ARCHIBUGI; MICHIE, 1995; CANTWELL; IAMMARINO, 2003; BELDERBOS; ITO; WAKASUGI, 2008; GLUGLER; MICHEL, 2010).

Sobre o aumento de P&D em subsidiárias, três movimentos podem ainda ser observados: (i) ampliação da realização de P&D em áreas relacionadas às vantagens comparativas em inovação do país hospedeiro, ao invés apenas da realização de P&D em setores nos quais os países sede possuem expertise (CANTWELL; JANNE 1999; MUDAMBI; NAVARRA, 2004; CANTWELL; MUDAMBI, 2005); (ii) realização de P&D voltada às atividades tecnológicas de fronteira do país sede ao invés de uma do tipo adaptativa, o que implica num maior influxo de novas tecnologias advindas de subsidiárias desses países num movimento de “baixo para cima”; e (iii) um aumento da instalação de subsidiárias advindas de países menos desenvolvidos em nações mais avançadas para o alcance de núcleos tecnológicos de fronteira, apontando para uma atitude tecnologicamente mais proativa dessas economias (TOLENTINO, 1993; PEARCE, 1999; Lall, 2005, CANTWELL; IAMMARINO, 2003; AMBOS, 2007; DUNNING; LUNDAN, 2008; JARUZELSKI; DEHOFF, 2008; UNCTAD, 2006; FIGUEIREDO, 2011; COLLINSON; WANG, 2012; AMINULLAH *et al.*, 2013).

Para além da P&D realizada no exterior, são variados os mecanismos pelos quais o IDE pode contribuir para a transferência de tecnologias entre fronteiras. Dunning e Lundan (2008) os classificam em dois grupos principais. O primeiro seriam as chamadas externalidades tecnológicas pecuniárias, em que as trocas tecnológicas ocorrem de forma intencional por meio da interação entre matrizes e suas filiais, e entre estas e firmas locais atuando como fornecedoras. O segundo seria aquela em que as trocas tecnológicas se dão por canais menos diretos ou de maneira não intencional sendo denominadas externalidades não pecuniárias.

Esta classificação proposta também pode ser combinada com os modos de transferência de tecnologia que Lall (2005) denomina modos internalizados e modos externalizados de transferência. No primeiro são evidenciadas as trocas que são realizadas dentro de uma mesma estrutura organizacional (ou entre empresas sede e suas filiais no exterior). No segundo verificam-se as transferências dadas entre estruturas de propriedade não diretamente relacionadas, como aquelas estabelecidas a montante e a jusante no país hospedeiro.

O Quadro 2 procura sistematizar rudimentarmente os principais mecanismos de transferência tecnológica entre fronteiras por meio da combinação desses dois níveis de TTT.

Quadro 2 – Principais mecanismos de transferência internacional de tecnologia (TIT) via IDE

	Externalidades pecuniárias (transferências de tecnologia diretas ou intencionais)	Externalidades não pecuniárias (transferências de tecnologia indiretas ou não intencionais)
Modos externalizados (entre subsidiárias e instituições locais)	(1) Licenciamento de tecnologias e alianças estratégicas com empresas/instituições locais, treinamento de mão de obra local, estabelecimento de padrões de qualidade e transmissão de técnicas de produção e padronização para fornecedores locais, assistência técnica.	(2) Efeito demonstração para competidor, engenharia reversa, transferência de funcionários treinados em EMNs para empresas locais (<i>turnover</i> da mão de obra), aprendizado informal por meio da interação com clientes (subsidiárias); difusão de tecnologias para outras firmas não diretamente relacionadas às EMNs, por meio de universidades, laboratórios de pesquisa, etc.
Modos internalizados (entre EMNs e suas subsidiárias)	(3) Licenciamento de tecnologias, treinamento de mão de obra local, transferência de know-how e realização de P&D em suas subsidiárias; acesso a documentações técnicas; mobilidade internacional de mão de obra; aprendizado por meio da prática (<i>learning by doing</i> , <i>learning by interacting</i>), transferência de conhecimentos tácitos embutidos na rotina da organização para trabalhadores locais.	--

Fonte: Adaptado de Lall (2005), Dunning e Lundan (2008, p. 552) e estudos de caso relacionados.

2.2 IDE e a questão das fronteiras organizacionais

Evidências empíricas têm apontado que a transferência internacional de tecnologia por meio do IDE quando realizados por modos internalizados (entre EMNs e suas subsidiárias) têm se mostrado mais eficientes para o acesso a tecnologias menos codificadas (know-how) que os realizados por modos externalizados (entre subsidiárias e instituições locais), pois são azeitados pelas relações organizacionais dessas estruturas (KOGUT; ZANDER, 1993; COSTA; QUEIROZ, 2002; SCHMID; SCHURIG; KUTSCHKER, 2002; ALMEIDA; SONG; GRANT, 2002; BELDERBOS; ITO; WAKASUGI, 2008).

O conhecimento da linguagem da firma e o acesso à sua memória organizacional permite que a transmissão de elementos tácitos da tecnologia seja mais facilmente realizada (KOGUT; ZANDER, 1993), mesmo se considerando as relações diferenciadas dentro das organizações multinacionais, que envolvem

relações hierárquicas e de poder variadas (DUNNING; NARULA, 2004). Certos procedimentos internos refletem o modo de proceder da organização como um todo, somente fazendo sentido dentro de seu contexto (NELSON; WINTER, 2005;¹³ DUNNING; NARULA, 1999). Ademais, nesse formato empresas filiadas podem ter acesso a tecnologias mais recentes e mais rentáveis, que ainda não estão disponíveis a firmas externas (UNCTAD, 1999).

Não obstante, essa modalidade, embora muito eficiente para a transferência de know-how, em geral, não tem mostrado o mesmo desempenho para a transmissão da capacidade de entender os princípios da tecnologia (*know why*) quando não existem aptidões locais de pesquisa e mão de obra qualificada (LALL, 1993; 2005; CANTWELL, 1989).

Já em modos externalizados, ocorre o movimento contrário: as trocas tecnológicas de natureza mais tácita (*know-how*), em geral, possuem um caráter relativamente menos facilitado do que o verificado naquele primeiro modo. Contudo, essa modalidade tem mostrado um alto potencial na contribuição ao *upgrade* tecnológico das firmas locais, na forma de transmissão de *know why* quando estas têm condições de compreender, adaptar e aprimorar a tecnologia adquirida (CANTWELL, 1989; TOLENTINO, 1993; UNCTAD, 1999; LALL, 1993; 2005).

Ademais, em transferências externalizadas são beneficiados não apenas firmas locais diretamente relacionadas às subsidiárias, como também institutos de pesquisa e universidades, agências de regulação e padronização, institutos de treinamento profissional, etc. E essas instituições, notadamente em países em desenvolvimento, possuem um maior campo de atuação possibilitando a outras firmas não diretamente relacionadas, acesso a essas novas tecnologias trazidas pelo IDE.

Como exemplo, o World Investment Report (WIR) da UNCTAD de 1999 apontou que a presença de numerosos contratos de pesquisa entre EMNs, como Du Pont e General Eletric, e laboratórios de pesquisa governamentais na Índia foram um importante canal de atualização tecnológica dessas instituições; e que estas últimas posteriormente prestaram serviços ou repassaram esse conhecimento às firmas nacionais, atuando como importantes canais internos para a transferência/difusão de tecnologias internacionais (UNCTAD, 1999).

Todavia, as análises empíricas apontam que existe diferença positiva quando as transferências tecnológicas internacionais se dão dentro de estruturas que permitem uma diminuição da nitidez das fronteiras organizacionais. Estas seriam aquelas realizadas por meio de redes globais de produção (*global production*

13. Original de 1982.

networks), acordos de cooperação tecnológica (como aquelas do tipo *joint ventures*) ou relações de subcontratação da produção de tecnologias por empresas parceiras. Nesses formatos, as fronteiras institucionais tornam-se menos claras e aproximam essas relações daquelas verificadas dentro de uma mesma estrutura organizacional sendo então exceção à discussão realizada sobre os modos de transferência tecnológica internalizadas e externalizadas (ERNST, 2006; UNCTAD, 2001; DUYSTERS; HAGEDOORN, 2005).

Por fim, cumpre destacar a diferença que se dá entre transferências tecnológicas via IDE em se considerando os setores. Estudos empíricos têm evidenciado que TIT via IDE quando realizadas por meio de relações horizontais (entre empresas do mesmo setor) ou verticais (entre setores a montante e a jusante) possuem movimentos diferenciados sobre as possibilidades de estabelecimento de relacionamentos internos com a tecnologia externa.

Em linhas gerais, as análises empíricas têm sugerido que nas relações verticais têm ocorrido mais transferências de tecnologia do tipo pecuniária (intencionais), do que não pecuniária (não intencionais), sendo esta relação inversa nas relações de transferência horizontais. Nas relações verticais têm ocorrido transferências tecnológicas principalmente na forma de aprendizado sobre padrões de qualidade, técnicas de produção, treinamento de trabalhadores, etc., enquanto nas relações horizontais essas transferências têm ocorrido principalmente por meio da observação, imitação e engenharia reversa (LALL, 1993; IVARSSON; ALVSTAM, 2005; BRANSTETTER; FISMAN; FOLEY, 2006; KELLER, 2009; ALMAHASNA, 2012).

Assim, as relações de complementaridade estabelecidas em relações verticais ou horizontais poderão ter significativas diferenças sobre as transferências realizadas por meio do IDE. Em termos de políticas públicas, há que se considerá-los como fatores condicionantes ou limitadores dos efeitos possíveis em cadeia para “alimentar” determinados setores que o IDE pode proporcionar como fonte de novas tecnologias em determinada nação, por exemplo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fluxos tecnológicos internacionais são elementos-chave para a garantia da competitividade e realização do *catching up* tecnológico das nações desde tempos remotos. Embora ainda não adequadamente tenham sua relevância reconhecida nesse processo, tem o poder de serem utilizados sistematicamente por empresas, profissionais e formuladores de políticas públicas na construção de novas habilidades e capacidades.

Diversos são os canais pelos quais essas tecnologias podem fluir entre as fron-

teiras nacionais. Alguns possuem maior capacidade de observação (ou mensuração), como aquelas propiciadas por meio do IDE, acordos de cooperação tecnológica, licenciamento de tecnologias, dadas as informações disponíveis. Todavia, existem aqueles com menor capacidade de observação como o fluxo internacional de mão de obra qualificada ou a engenharia reversa e a imitação. Em todos esses canais existem possibilidades de ganhos e aprimoramento econômico.

Conforme discutimos, esse movimento não é, na maioria das vezes, sem custo, notadamente no tocante ao aprendizado local da tecnologia transferida. Quanto mais complexa uma determinada tecnologia, maiores são os requerimentos em termos de capacidades locais exigidos para que essa tecnologia seja bem-sucedida. Por isso a importância em se investir em educação e em atividade científica.

Não obstante, podemos dizer que existem diferentes graus de apropriabilidade. Mesmo que algumas tecnologias possam ser fracamente apropriadas, também existem ganhos, que podem ser medidos em termos de crescimento econômico.

A multiplicidade de canais de transferência tecnológica é desejável, pois forma uma rede de colaboração tecnológica entre fronteiras. Quanto mais indivíduos tendo acesso a conhecimento, realizando P&D, maior o volume de tecnologias geradas. E com mais atores participando, maiores as possibilidades de aí se gerarem novas tecnologias, num processo multiplicativo. O aumento dos fluxos internacionais de tecnologia representa ganho para todos.

Ao longo da história a humanidade não conseguiu mesmo com todos seus artifícios legais e de segurança impedir que as tecnologias pudessem ser trocadas entre as nações. E ao que parece, mesmo se considerando o movimento de idas e vindas no processo de abertura econômica mundial, pouco se poderá fazer para que as tecnologias não possam fluir entre as nações. O importante como nação é ter capacidade de se apropriar desses ventos, guiando suas velas rumo a um desenvolvimento econômico sustentado e sustentável, adaptando as novas tecnologias às suas necessidades com ganhos para toda a sociedade.