

O *CATCH-UP* DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE TELECOMUNICAÇÕES NA CHINA: UMA PERSPECTIVA SCHUMPETERIANA

The catch-up of the telecommunications equipment and systems industry in China: a Schumpeterian perspective

Glaision Augusto Guerrero

Doutor

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Economia e Relações Internacionais

glaison.guerrero@ufrgs.br



<https://orcid.org/0000-0002-4802-973X>

A lista completa com informações dos autores está no final do artigo ●

RESUMO

Este artigo visa analisar o processo de *catch-up* produtivo, tecnológico e inovativo das da indústria chinesa de equipamentos/sistemas de telecomunicações. O acesso ao conhecimento e/ou tecnologias externas é fundamental para o início do processo de *catch-up*, mas esforços tecnológicos domésticos intencionais são essenciais para construção de capacidades tecnológicas e inovativas. A construção destas capacidades na indústria de equipamentos de telecomunicações na China a partir do estabelecimento de *joint ventures* internacionais para transferência efetiva de tecnologia foi uma estratégia de Estado. A partir de *spin-offs* e de outras redes, o conhecimento tecnológico difundiu-se e outras empresas domésticas se beneficiaram. Com as oportunidades lucrativas oferecidas pelo mercado interno e pelas novas tecnologias avançadas de telecomunicações móveis, a Huawei adotou uma estratégia de inovação aberta, estabeleceu alianças estratégicas em P&D domésticas e internacionais, e investiu agressivamente em P&D para se tornar a líder mundial da indústria e em pedidos de patentes publicados em 2018.

PALAVRAS-CHAVE: catch-up, capacidade tecnológica industrial, telecomunicações, China

ABSTRACT

This article aims to analyze the productive, technological and innovative catch-up process of the Chinese telecommunications equipment/systems industry. Access to external knowledge and/or technologies is essential for beginning the catch-up process, but intentional domestic technological efforts are essential for building technological and innovative capabilities. Building these capabilities in China's telecommunications equipment industry through the establishment of international joint ventures for effective technology transfer was a state strategy. Through spin-offs and other networks, technological knowledge spread and other domestic companies benefited. With the lucrative opportunities offered by the domestic market and new advanced mobile telecommunications technologies, Huawei adopted an open innovation strategy, established domestic and international strategic alliances, and invested aggressively in R&D to become the global industry leader and patent applications published in 2018.

KEYWORDS: catch-up, industrial technological capacity, telecommunications, China.

Classificação JEL: O3, L63, L1

Recebido em: 23-02-2025. Aceito em: 05-10-2025.

1 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre *catch-up* têm crescido nas últimas décadas, e iluminado nosso entendimento dos processos de desenvolvimento de países retardatários. Em termos macroeconômico, *catch-up* refere-se à capacidade social de um país reduzir a diferença na produtividade e na renda per-capita em relação a um país líder (ABRAMOVITZ, 1986; FAGERBERG; GODINHO, 2003). Já em termos microeconômico, *catch-up* é a construção de capacidade tecnológica por empresas de países economicamente atrasados para absorver/assimilar, utilizar, gerar e se apropriar conhecimentos tecnológicos com inovações de produto, processo e a nível organizacional, em busca do crescimento empresarial e mercados interno e externo. Refere-se, principalmente, em fechar o gap tecnológico entre as empresas pioneiras/líderes estrangeiras e empresas nacionais de determinado país em termos de mercado e capacidades tecnológicas (LEE, 2021; MAZZOLENI; NELSON, 2006; PEREZ; SOETE, 1988)

Naturalmente, o desenvolvimento de capacidades produtivas e tecnológicas em nível de firmas, setores e indústrias chinesas nos últimos 30 ou 40 anos fornece a micro-fundamentação para o crescimento econômico da China. Evidentemente, uma estratégia de desenvolvimento industrial dirigida pelo Estado nacional através de política industrial fornece o start e o impulso para tal crescimento e desenvolvimento. Portanto, mudanças quantitativas e qualitativas de ordem micro-macro são entendidas nestes artigos como um processo co-evolucionário das capacidades tecnológicas e das mudanças estruturais e institucionais (NELSON, 1998; 2001).

O objetivo deste artigo, de marco teórico schumpeteriano, é analisar o processo de *catch-up* das empresas chinesas envolvidas com a produção, desenvolvimento e inovação de equipamentos/sistemas de telecomunicações. Como um dos braços das Tecnologias de Informação e Comunicação (doravante, TICs), tal indústria fornece equipamentos e sistemas para operadoras e para infraestrutura de telecomunicações, notadamente equipamentos de rede, por exemplo, torres de transmissão, estações base e equipamentos de comutação telefônica - centrais telefônicas (PABX, IPBX, e PABX virtual) -, e componentes principais e software para rede de equipamentos (por exemplo, chipsets e sistemas operacionais).

A indústria de equipamentos/sistemas de telecomunicações foi uma das que apresentou maior dinamismo tecnológico e produtivo, como também do crescimento dos

mercados, com a emergência do paradigma tecnológico microeletrônico e das TICs que ganhou impulsão a partir da década de 1970. Ademais, o boom das telecomunicações na China dos anos 1980 em diante, primeiro com a expansão da telefonia fixa e após 1995 com a telefonia móvel, ofereceu uma oportunidade fantástica para o desenvolvimento de uma indústria de equipamentos de telecomunicações. Impreterivelmente, a difusão das TICs precisa de infraestrutura, e inclusive, necessita se atualizar mediante os novos e sucessivos desenvolvimentos da tecnologia (2G, 3G, 4G, 5G), enquanto as empresas podem surfar nas ondas da mudança tecnológica das telecomunicações móveis. Ademais, como o artigo mostrará, os mercados e alianças estratégicas internacionais foram uma poderosa fonte de oportunidades para o crescimento e desenvolvimento tecnológico da indústria de equipamentos de telecomunicações na China.

Nestas indústrias, onde conhecimento tecnológico base é relativamente complexo e sistêmico, há os requerimentos de economias estáticas e dinâmicas de escala, economias externas e a construção de capacidades produtivas e tecnológicas para o salto (*leapfrogging*) durante mudança de uma geração de sistemas ou paradigma tecnológico (janela de oportunidade), e para avançar rapidamente (*forging ahead*) para o *catch-up*. Portanto, uma estratégia de acesso ao conhecimento tecnológico estrangeiro é fundamental, não apenas levada a cabo pelo Estado com política industrial, mas também pelas organizações empresariais (e suas estratégias).

O presente artigo é composto por 4 seções, além desta introdução. Na seção 2 faz-se uma revisão da literatura e do marco teórico schumpeteriano para análise do *catch-up*. Uma descrição panorâmica internacional dos esforços tecnológicos (P&D) e desempenho econômico (vendas líquidas e lucro operacional) das indústrias de TICs é realizada na seção 3, onde também se analisam algumas características evolutivas e da transição das TICs para indústria 4.0. Na seção 4 desenvolve-se a análise do *catch-up* da indústria de equipamentos/sistema de telecomunicações na China. Em um primeiro lugar, a partir das informações disponíveis na literatura tais como Tan (2002) e Lee e Mu (2005), analisa-se como as empresas acessaram os conhecimentos e tecnológicas externas e, a partir de esforços tecnológicos e difusão domésticos, conseguiram construir capacidades tecnológicas para produção de comutadores digitais para sistema de telefonia fixa. Doravante, a partir das tecnologias avançadas e dos novos mercados relacionados às telecomunicações móveis, o mercado interno chinês ofereceu oportunidades enormes para o desenvolvimento e produção dessas tecnologias na China. A seção fornecerá uma

explicação de como a Huawei não apenas aproveitou tais oportunidades, mas se tornou a maior empresa de equipamentos/sistema de telecomunicação do globo.

2 REVISÃO DA LITERATURA E MARCO TEÓRICO SCHUMPETERIANO DO CATCH-UP

O termo *catch-up* remonta ao famoso trabalho de Alexander Gerschenkron (LEE *et alii*, 2017). Fagerberg e Godinho (2003, p.9-10) voltam mais do tempo e sugerem que a contribuição de Thorstein Veblen (1915) em “*Imperial Germany and the industrial Revolution*” foi o marco inicial, quando argumentou que as mudanças tecnológicas tinham alterado as condições para industrialização de economias retardatárias¹.

Para Veblen a tecnologia precedente à revolução industrial era principalmente enraizada nas pessoas, em seus conhecimentos, e, portanto, a imigração de pessoal qualificado era um pré-requisito para difusão de tecnologias em distintos países. Todavia, o desenvolvimento da “tecnologia da máquina” alterou tal lógica, pois o novo tipo de conhecimento incorporado nesta tecnologia “pode ser mantido e transmitido de forma definida e inequívoca, e a sua aquisição por meio de tal transferência não é significativamente trabalhosa ou incerta” (VEBLEN, 1915, p.191 *apud* FAGERBERG; GODINHO, 2003, p.10).

Trazendo tais argumentos para à interpretação dos conceitos hodiernos, o conhecimento tecnológico antes da revolução industrial era tácito e incorporado nas pessoas, enquanto depois da revolução tal conhecimento tornou-se mais codificado e mais facilmente passível de transmissão, assimilação e difusão. Ademais, tal situação constituía uma oportunidade lucrativa para os países retardatários já que tecnologia se encontrava “pronta”, sem terem que dividir os custos de desenvolvimento. Veblen previu que outros países retardatários da Europa seguiriam em breve o processo de industrialização, como França, Itália e Rússia, e inclusive, mencionou o Japão (VEBLEN, 1915, p.192-249 *apud* FAGERBERG; GODINHO, 2003, p.10-11).

Gerschenkron (1973) concorda com a ideia de “vantagem do atraso”: um país economicamente atrasado pode crescer rapidamente com a possibilidade de copiar

¹ Entretanto, voltando ainda mais no tempo descobre-se que as questões sobre o atraso econômico e das diferenças no processo de desenvolvimento entre os países foi uma preocupação central de vários economistas, inclusive, Adam Smith (MAZZOLENI; NELSON, 2005, p.4).

tecnologias de países avançados, desde que possua recursos para importação de bens de capital e conhecimentos e tenha eliminado obstáculos institucionais. É nesse quesito dos obstáculos institucionais que sua perspectiva analítica fornece elementos factuais importantes retirados das experiências históricas. Novas instituições e mudanças no papel do Estado eram requeridas para induzir processos de industrialização em países retardatários. Destarte, na segunda metade no século XIX e primeira metade do XX, a organização da produção industrial em plantas cada vez maiores e complexas *vis-à-vis* a indivisibilidades tecnológicas das máquinas e equipamentos era uma tendência inexorável. As necessidades de operação dessas plantas com economias estáticas e dinâmicas de escala requeriam um bloco massivo de investimentos complementares em infraestrutura para geração de economias externas, além de um crescimento industrial rápido e desenvolvimento simultâneo de muitos setores (industrialização pesada), em razão da coesão estrutural de uma economia industrial.

Naturalmente, o grande volume de recursos financeiros necessários para induzir processos de *catch-up* nacionais demandaria novos instrumentos institucionais². As conclusões analíticas de Veblen e Gerschenkron permite fazer uma classificação preliminar das estratégias de *catch-up*. As características da tecnologia pós revolução industrial realçadas por Veblen quanto a facilidade de transferência de *know-how*, pouco exigente de infraestrutura e custos insignificantes de desenvolvimento, consubstancia um tipo de estratégia de *catch-up* em que as forças de mercado realizariam a coordenação dos agentes sem a necessidade de intervenção estatal. Já o tipo de estratégia de *catch-up* de Gerschenkron, numa época de em que há uma exigência significativa em termos de habilidades/infraestrutura para transferência tecnológica, as forças de mercado sozinhas não criariam os incentivos suficientes para o sucesso do *catch-up* e, portanto, a intervenção estatal é necessária (FAGERBERG; GODINHO, 2003, p.13).

O artigo contemporâneo de Abramovitz (1986, p.386) resgata a ideia de *catch-up*: “estar atrasado no nível de produtividade traz um potencial para um avanço rápido”. O próprio atraso carrega o potencial de modernização do estoque de capital, e países retardatários podem entrar em um processo virtuoso de crescimento econômico e de

² Tais como o revigorado papel do financiamento bancário no caso alemão com os bancos universais, mais seguros e com estreitas relações com as indústrias e corporações; ou o papel revigorado do Estado no caso da Rússia (1880 a 1900) com o investimento estatal em ferrovias, compras governamentais, subsídios, garantias de lucros, estabilização cambial no padrão ouro para garantia dos investimentos estrangeiros e a reorganização sistema tributário (GERSCHENKRON, 1973).

produtividade com mudança estrutural, permitindo o “emparelhamento” de suas rendas *per-capita* em relação a um país economicamente avançado. Pelas próprias características dos fatos estilizados evocados nesse tipo de análise, o enfoque teórico é macroeconômico e utiliza-se das contas nacionais para análise. Todavia, a questão do “*catch-up*” deve ser vista como distinta da discussão sobre “convergência”, em que são utilizados modelos de crescimento de longo prazo como o de Solow (FAGERBERG; GODINHO, 2003, p.6).

Abramovitz (1986) considera que a produtividade do trabalho de um país não reflete apenas seu nível tecnológico. Ela depende também da riqueza dos recursos naturais relativamente ao tamanho da população, acumulação de capital reproduzível no passado, tanto físico quanto humano, que independem do nível tecnológico em um grau ou outro. O acesso a economias de escala é talvez a questão mais importante, pois se a tecnologia avançada e as melhores práticas forem fortemente dependentes de escala e se há obstáculos ao comércio internacional, políticos, etc., países grandes terão um potencial de crescimento mais forte do que os menores.

Tais considerações decorrem de fatos estilizados sobre as características da liderança dos EUA em termos de aumento de produtividade entre 1870 e 1929 e seu declínio relativo na Grã-Bretanha. A trajetória da mudança tecnológica que oferecia maiores oportunidades de avanço era aquela intensiva em capital e economias de escala, recursos naturais, mercados homogêneos e viesada no sentido de poupança de mão-de-obra (*ibidem*, p.397). Pode-se adicionar que os EUA foram pioneiros da produção em massa, fabricas enormes e complexas, linha de montagem rígida, produto padronizado, ciclo de produção longo e desenvolvimento do conglomerado de corporações gigantescas (*ibidem*, p.402). Fagerberg e Godinho (2003, p.22) conceituam tais aspectos como “coerência tecnológica”. É o que também busca captar o conceito de paradigma tecno-econômico de Freeman e Perez (1988, p.47-48) associado tanto às características da tecnologia, do modo organizacional e gerencial de inovações, dos sistemas tecnológicos e conjunto de insumos incorporados em produtos e processos de um paradigma tecnológico, assim como características do *framework* institucional de uma onda longa de destruição criativa schumpeteriana. No pós-guerra, o sucesso do *catch up* dos países europeus ocidentais em relação aos EUA resultam do crescimento de suas “coerências tecnológicas” e o melhoramento de suas capacidades sociais.

O conceito de capacidades sociais sugerido por Abramovitz (1986) acrescenta uma perspectiva fundamental para o *catch-up*, que capta parte dos requerimentos para mudança

institucional discutidas por Gerschenkron e acrescenta novos elementos, mas considera problemático fazer julgamentos sobre as capacidades sociais dos países.

Capacidades sociais com competência técnica, por exemplo, podem ser captadas pela escolaridade da população, assim como suas instituições políticas, comerciais, industriais e financeiras (*ibidem*, p.388). O autor justifica essa caracterização tendo em vista as necessidades de experiência com a organização e gestão de empresas de grande escala; instituições e mercados financeiros capazes de mobilizar grande montante de capital para empresas individuais, e competência para absorver e explorar as melhores práticas tecnológicas vigentes. Capacidades de adaptação (institucional) de um país podem também ser necessárias face as mudanças nas tecnologias, visto que a “noção de adaptabilidade sugere que existe uma interação entre capacidade social e oportunidade tecnológica” (*ibidem*). Tais considerações importam na medida que “o grau da educação incorporado na população de uma nação e os seus arranjos institucionais existentes restringem a sua escolha de tecnologia. Mas oportunidades tecnológicas pressionam pela mudança” (*ibidem*).

As capacidades sociais também dependem de outros aspectos institucionais do sistema econômico, tais como: “a sua abertura à concorrência, ao estabelecimento e funcionamento de novas empresas e à venda e compra de novos bens e serviços. Vista do outro lado, trata-se de uma questão dos obstáculos à mudança levantados por interesses instalados, posições estabelecidas e relações habituais entre empresas e entre empregadores e empregados” (*ibidem*, p.389).

De acordo com Abramovitz (1986, p.389-390), o potencial de crescimento da produtividade de longo prazo para um país retardatário alcançar – “*catch-up*” - a produtividade de um país economicamente mais avançado depende do seu *gap* tecnológico e suas capacidades sociais. Tais capacidades são normalmente responsáveis por uma parte talvez substancial do fracasso, ou até mesmo impedir que um país atrasado dê o salto tecnológico completo previsto pelo *catch-up*. “O atraso tecnológico geralmente não é um mero acidente” (*ibidem*, p.387).

Adicionalmente, outro conjunto de fatores independentes das capacidades sociais condicionam ou controlam o ritmo pelo qual tal potencial do crescimento da produtividade é realizado, relativo às características do conhecimento tecnológico e seus canais de assimilação/difusão, as condições do comércio internacional e dos investimentos diretos externos, a mobilidade de fatores financeiros e humanos que facilitam ou impedem a

mudança estrutural, e as condições macroeconômicas e monetárias decisivas para acumulação de capital e crescimento da demanda efetiva:

“(1) The facilities for the diffusion of knowledge - for example, channels of international technical communication, multinational corporations, the state of international trade and of direct capital investment.

(2) Conditions facilitating or hindering structural change in the composition of output, in the occupational and industrial distribution of the workforce, and in the geographical location of industry and population. Among other factors, this is where conditions of labor supply, the existence of labor reserves in agriculture, and the factors controlling internal and international migration come in.

(3) Macroeconomic and monetary conditions encouraging and sustaining capital investment and the level and growth of effective demand” (*ibidem*, p.390).

Conclusivamente, Abramovitz busca explicar e analisar o sucesso ou fracasso do *catch-up* de países a partir dos conceitos de congruência tecnológica, capacidades sociais e desse conjunto de fatores descritos acima, tanto de ordem estrutural como de política econômica, geografia, características do comércio e investimento internacional e canais de absorção e difusão do conhecimento tecnológico.

Conforme proposto na introdução deste artigo, seu enfoque é microeconômico, a nível de empresa e setorial, e tem como marco teórico o *framework* schumpeteriano. Nesta abordagem, o conceito de capacidades tecnológicas é fundamental, pois transforma a ideia de apenas construir capacidade produtiva e a mera utilização passiva de tecnologia. Capacidade tecnológica é entendida como o conjunto de recursos necessários para gerar e gerenciar a mudança técnica, incluindo experiências, aprendizados, habilidades, conhecimentos e estruturas organizacionais. Por seu turno, a mudança técnica é a incorporação de novas tecnologias na capacidade produtiva das firmas e da economia (BELL; PAVITT, 1993). Portanto, a construção de capacidades tecnológicas pelas empresas nacionais ocorre através de processos de aprendizagem para absorção/assimilação de habilidades/competências para geração e apropriação do conhecimento tecnológico para o desenvolvimento de inovações.

Naturalmente, tanto em nível teórico como em nível prático e concreto, o ambiente macro condiciona o crescimento e desenvolvimento produtivo e tecnológico, aumento das inovações e da competitividade que se dá em nível microeconômico; que por sua vez, se reflete em nível macro, na mudança estrutural expressa pelo aumento da elasticidade-renda das exportações e diminuição das elasticidade-renda das importações, aumento dos

investimentos autônomos, da produtividade, dos mercados externos e dos salários reais. Normalmente, o *start* e o impulso desse processo virtuoso de desenvolvimento micro-macro e macro-micro depende de uma estratégia de desenvolvimento industrial orientada por inovações e dirigida por um Estado nacional através de política industrial. Portanto, mudanças quantitativas e qualitativas de ordem micro-macro fazem parte um processo co-evolucionário de capacidades tecnológicas e mudanças estrutural e institucional.

A literatura neoshumpeteriana enfatiza que a construção de capacidade tecnológica nacional é essencial para estratégias de superação do atraso tecnológico. Conquanto a empresa individual continue sendo a unidade fundamental de análise da atividade tecnológica, a capacidade nacional é mais que a soma de capacidades das empresas individuais. O aprendizado tecnológico leva tempo e é vital para o desenvolvimento industrial, sendo, essencialmente, consciente, intencional, estruturado e institucionalizado em pesquisa e desenvolvimento (P&D), em vez de apenas automático e passivo. *“That catching up is a learning process that requires a long time and often differs significantly across economic sectors in the factors leading to success or failure”* (MALERBA; NELSON, 2011, p.1645).

As evidências históricas de vários países e estudos contemporâneos dos sistemas nacionais de inovação *“argue that indigenous systems of academic training and public research have been in the past important elements of the institutional structures supporting a country’s economic catch up”* (MAZZOLENI; NELSON, 2006, p.1). Portanto, as capacidades nacionais abrangem o sistema extramercado das redes e vínculos entre empresas, os estilos de fazer negócios e as instituições de apoio, como universidades e institutos de pesquisa.

A tecnologia importada e a transferência de tecnologia e *know-how* do exterior proporcionam os mais importantes *inputs* iniciais para o aprendizado tecnológico, mas para a superação do atraso tecnológico, um conjunto de capacidades tecnológicas devem ser construídas através de aprendizados em P&D para complementar tais fontes de conhecimento tecnológico “externo”. Conforme Perez e Soete (1988, p.459), *“a real catchin-up process can only be achieved through acquiring the capacity for participating in the generation and improvement of technologies as opposed to the “simple” use of them”*.

A obtenção de um nível mínimo de capacidades operacionais ou produtivas (*know-how*) é essencial, mas não levam automaticamente ao desenvolvimento de capacidades tecnológicas mais complexas, isto é, à capacidade de entender os princípios da tecnologia (*know-why*). É importante distinguir entre os modos internalizados (dentro de uma empresa

multinacional) e modos externalizados de transferência tecnológica. De forma geral, os modos internalizados são muito eficientes para a transferência de *know-how*, mas menos eficientes para a transferência de *know-why*. Uma dependência passiva de tecnologias estrangeiras, sem aprendizados ou um esforço local para absorvê-las e aprofundá-las, pode bloquear o *upgrading* tecnológico. Portanto, o êxito industrial depende de como as empresas de um país aprendem e se organizam para utilizar e desenvolver tecnologias industriais em constante mudança (KIM; NELSON, 2005; LALL, 2005). O sucesso do *catch-up* depende do crescimento e desenvolvimento tecnológico de empresas nacionais ao invés da dependência excessiva do investimento direto estrangeiro (LEE *et alii*, 2017). Bell e Pavitt (1993) também sugerem que apenas a instalação de grandes plantas com tecnologia e assistência estrangeira não é suficiente para construção de capacidade tecnológica de mudança técnica. O sucesso do *catch-up* depende dos modos de acesso ao conhecimento estrangeiro, da institucionalização da aprendizagem tecnológica para assimilação e criação de novos conhecimentos tecnológicos materializado em inovações (LEE, 2021).

Faz-se mister tecer algumas considerações sobre o novo paradigma tecno-econômico microeletrônico (TICs) que tomou impulso na década de 1970, e as oportunidades tecnológicas e econômicas para processos de *catch-up* setoriais e nacionais. Perez e Soete (1988, p.477) sugerem que a emergência do novo paradigma tecno-econômico das TICs abriu uma janela de oportunidade para empresas e países retardatários realizarem o *catch-up* a partir da rápida participação na adoção e desenvolvimento dos novos sistemas tecnológicos. Os autores argumentam que o ciclo de vida de um sistema tecnológico é mais relevante do que os ciclos de um único produto porque o conhecimento, as habilidades, a experiência e as externalidades da miríade de produtos dentro de um sistema estão inter-relacionados e apoiam-se mutuamente (*ibidem*, p. 475).

3 PANORAMA GLOBAL DOS ESFORÇOS TECNOLÓGICO E DESEMPENHO ECONÔMICO DAS INDÚSTRIAS DE TICS

O objetivo desta seção é oferecer uma visão panorâmica dos esforços tecnológicos e desempenhos econômicos (apropriação de lucros) em nível global de grandes empresas nacionais envolvidas com P&D, produção e mercado de indústrias de TICs. Nestas indústrias, onde conhecimento tecnológico base é relativamente complexo e sistêmico, há requerimentos de economias estáticas e dinâmicas de escala, economias externas

(infraestrutura de ciência e tecnologia) e a construção de capacidades produtivas e tecnológicas para o salto (*leapfrogging*) durante mudança de uma geração de sistemas ou paradigma tecnológico (janela de oportunidade), e para avançar rapidamente (*forging ahead*) para o *catch-up*. Portanto, uma estratégia de acesso ao conhecimento tecnológico estrangeiro é fundamental, não apenas levada a cabo pelo Estado com política industrial, mas também pelas organizações empresariais, como mostra os casos dos *keiretsus* no Japão e dos *chaebols* na Coreia do Sul (SHIN; CHANG, 2003). Esse é a justificativa para esta análise panorâmica dos esforços tecnológicos e desempenho econômico de grandes empresas.

As TICS são caracterizadas pelas tecnologias da informação (TI) e comunicação. As TI caracteriza-se como as atividades e processos que permitem a produção, armazenamento, segurança, acesso, análise, recuperação e uso de dados ou informações pelas organizações. Já a informática é o processamento automático de informações por meios eletrônicos ou computacionais. Já a informação é um elemento do processo da comunicação, já que esta envolve a emissão, transmissão e recepção da informação. Nestes termos, as TICs são compostas pelos softwares e serviços de TI (ISSti), os hardwares (ISSti + hardware = TI) e as telecomunicações.

Paralelamente à mecânica de precisão, dos *softwares* e artefatos tecnológicos de automação (*Computer-Aided Design, Computer-Aided Engineering, Computer-Aided Manufacturing* - CAD/CAE/CAM), controle numérico computadorizado (CNC), robôs, etc.), redes e ambientes virtuais de pesquisa e simulação, as TICs provocaram uma verdadeira revolução em como, quando, onde e para quem produzir e distribuir produtos e serviços.

A revolução tecnológica provocada pelas TICs tomou corpo no ano 1971 com o lançamento do microprocessador 4004 da Intel. Entretanto, a indústria do transistor nasce com a exibição do efeito transistor pelo Bell Labs em 1948, o braço de P&D da Western Electric, subsidiária da AT&T. A indústria de circuitos integrados nasce em 1958/1959 com patenteamento do circuito integrado (CI) de forma distinta e autônoma por duas empresas, a Texas Instruments e Fairchild Semiconductor, com 6 meses de diferença. Todos esses desenvolvimentos foram norte-americanos.

Circuitos integrados, microchips, ou “*chips*” de computador, é o cérebro dos equipamentos eletrônicos modernos (SIA; NATHAN ASSOCIATES, 2016, p.1). Um circuito integrado é um dispositivo eletrônico que contém milhares de semicondutores (transistores, diodos, capacitores, resistores, etc.) implantados em um único *chip*. Existem vários tipos de *chips* semicondutores, projetados para cumprirem certas funções específicas – como a

unidade central de processamento lógico (CPU), unidade de processamento de gráfico (GPU), memória, áudio, optoeletrônico, analógico, discretos - cada um exigindo *design* e processos de fabricação especializados. O circuito integrado é o bloco de construção básico da presente era tecnológica denominada “idade da informação e comunicação”.

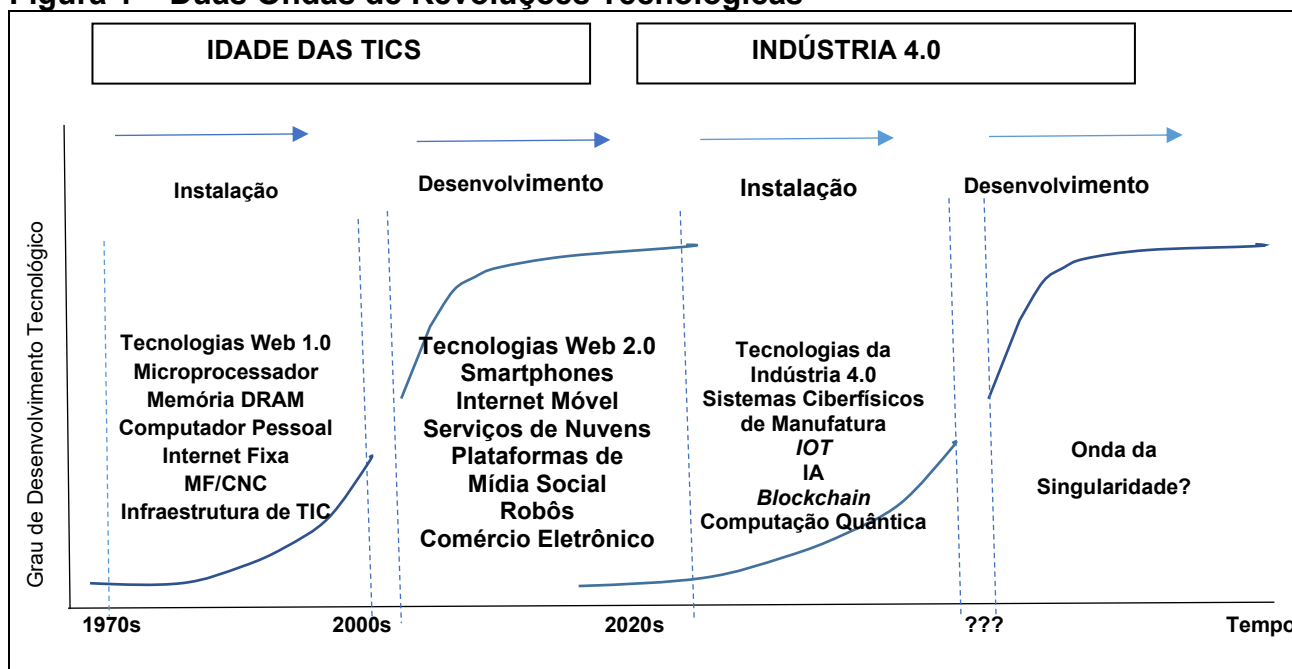
A profusão ou pervasividade de inovações dos CIs pela economia pode ser explicada através do conceito de revolução tecnológica de Perez (2010). Para a autora (p.138), revolução tecnológica é um conjunto inter-relacionado de saltos tecnológicos radicais que constituem uma grande constelação de tecnologias interdependentes; um “cluster” de “clusters” ou um sistema de sistemas. À medida que as inovações individuais se conectam entre si formando sistemas tecnológicos, estes também se interligam dando origem a uma revolução tecnológica³. Um sistema tecnológico inicial foi gerado em torno dos fabricantes de circuitos integrados e depois, na década de 1970, dos microprocessadores, dos seus fornecedores de bens de capital e os primeiros produtores usuários (das indústrias de máquinas e equipamentos eletrônicos), por exemplo, computadores, de calculadora e jogos, bem como digitalização de controles e outros instrumentos para uso civil e militar. Segundo Perez (2010, p.139) tal sistema foi seguido por uma série de inovações radicais, como os minicomputadores e os computadores pessoais, os programas de *software*, os equipamentos de telecomunicações e a Internet, cada um dos quais abriu um novo sistema com a sua respectiva trajetória, em estreita inter-relação e interdependência uns com outros. À medida que surgiram, tais sistemas tornaram-se interligados e continuaram a expandir-se em conjunto, estabelecendo fortes ligações e *feedbacks* entre eles, tanto em tecnologias como em mercados.

Embora a revolução digital provocada pelas TICs tenha atingido a maturidade nos países desenvolvidos, há a emergência de um novo paradigma tecno-econômico capitaneado pelas tecnologias da indústria 4.0, conhecida como a 4ª revolução industrial, como mostra a Figura 1. Enquanto muitos países com baixa rendas *per-capita* estejam na fase de instalação das TICs, os países economicamente e tecnologicamente avançados, o qual a China se inclui, participam do desenvolvimento de tecnologias de fronteira da indústria 4.0 como a biotecnologia e a adição genética, a inteligência artificial, o aprendizado de máquinas, o 5G, impressão 3D, “internet das coisas” (IOT), computação

³ Uma revolução tecnológica que se desdobra na emergência de um novo paradigma tecno-econômico são caracterizados por uma constelação de novos produtos e tecnologias, novas indústrias e infraestruturas, e princípios organizacionais relacionados entre si capazes de rejuvenescer e modernizar as indústrias maduras. Também envolvem as mudanças institucionais em seu conjunto (PEREZ, 2004).

quântica, robótica e sistema ciberfísico de manufatura que promete levar a produção industrial a níveis inimagináveis de automação industrial.

Figura 1 – Duas Ondas de Revoluções Tecnológicas



Fonte: Elaborado pelo Autor a partir de Perez (2010) e UNCTAD (2021).

O “campo de prova” para o desenvolvimento destas tecnologias da indústria 4.0 são as próprias indústrias de TICs, como nas indústrias produtora ou montadora de máquinas e equipamentos eletroeletrônicos, tanto de bens de consumo quanto bens de capital, aparelhos e equipamentos de telecomunicações, *hardwares* de computadores (como o microprocessador e memória), energia limpa e renovável, aeroespacial, automóveis elétricos autônomos, equipamentos médicos, militares, automação industrial, aviões, mísseis etc. Em todos esses segmentos industriais os circuitos integrados continuarão sendo fundamentais.

A pesquisa *EU Industrial R&D Investment Scoreboard* de 2024 disponibiliza informações contábeis das 2.500 maiores empresas globais que mais investem em P&D, cerca de 90% do P&D privado mundial⁴. As atividades selecionadas para fazer um

⁴ Há limitações metodológicas relativas às informações do *EU R&D Scoreboard*, mas que não comprometem a análise exploratória do artigo. A primeira é que, devido ao fato de as informações serem retiradas dos balanços das empresas, em mais de 99% dos casos não incluem informações sobre o local onde a P&D é efetivamente realizada, sendo-a, portanto, atribuída ao país em que a empresa tem sua matriz registrada (SCOREBOARD, 2017, p.97). Portanto, os dados apresentados não são específicos a um determinado território, mas apenas a nacionalidade da sede da empresa. A segunda limitação metodológica é que as informações são diferentes das apresentadas pelas instituições oficiais de estatística, e, portanto, não são diretamente comparáveis. Por exemplo, os dados diferem quanto à classificação das atividades e definições, tais como a intensidade de P&D: enquanto as instituições oficiais de estatística utilizam a porcentagem de P&D em relação ao valor adicionado e a NACE (*Statistical Classification of Economic Activities in the*

levantamento exploratório do panorama mundial da indústrias de TICs foram: equipamentos elétricos e eletrônicos, *software* e serviços computacionais e tecnologia de *hardware* e equipamentos⁵. A Tabela 1 fornece informações de 2023 dos balanços auditados das empresas sobre faturamento líquido, investimentos em P&D, Capex e lucratividade operacional da indústria mundial de equipamentos elétricos e eletrônicos, dividida em 5 regiões, USA, China, Europa Japão e resto do mundo (ROW), com destaque para Coreia do Sul e Taiwan nesta região. A receita líquida e os investimentos em P&D da indústria mundial de equipamentos elétricos e eletrônicos foram, respectivamente, da ordem de 2.767 trilhões de euros e 180 bilhões de euros. Destes totais, as empresas norte-americanas obtiveram receita líquida de 848 bilhões, 30% do total, enquanto as empresas chinesas, 697 bilhões de euros, 25% do total. Quanto ao investimento em P&D, 34% do total foi norte-americano enquanto 28% do total foi chinês.

Tabela 1 – Faturamento Líquido, P&D, Capex e Lucratividade Operacional da Indústria Mundial de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos em 2023 (Em milhões de € e %)

Região	P&D e % do Total		Receita Líquida de Vendas e % do Total		Intensidade P&D (%)	Capex	Intensidade Capex (%)	Lucro Operacional	Lucratividade (%)
USA	61.937,6	34,4	848.067,2	30,6	7,3	28.398,9	3,3	165.625,4	19,5
China	51.291,0	28,5	696.635,8	25,2	7,4	57.610,9	8,3	44.437,1	6,4
EU	21.317,8	11,8	245.075,4	8,9	8,7	9.870,3	4,0	22.939,1	9,4
Japão	14.872,7	8,3	353.928,1	12,8	4,2	19.660,7	5,6	28.523,8	8,1
ROW	30.677,7	17,0	623.774,6	22,5	4,9	57.837,4	9,3	22.308,3	3,6
Total	180.096,9		2.767.481,0			173.378,2		283.833,8	

Fonte: Elaborado pelo Auto a partir de *EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, 2024

A tabela mostra um esforço tecnológico pela intensidade do P&D semelhante nos EUA e China, mas um capex superior para as empresas chinesas. Entretanto, as empresas norte-americanas apropriaram-se de cerca de 58% do lucro operacional da indústria mundial de equipamentos elétricos e eletrônicos, uma lucratividade de 19,5%; já as empresas chinesas ficaram com 15,5% do total do lucro e uma lucratividade de apenas 6,4%.

European Community), o *Scoreboard* considera a percentagem do P&D sobre as receitas líquidas de vendas e se utiliza do ICB (*Industry Classification Benchmark*) mantido pelo *Financial Times* e *Stock Exchange* (FTSE).

⁵ Conforme as informações foram sendo filtradas e agrupadas percebeu-se que muitas empresas se declaram no setor de tecnologia de *hardware*, mas após análise cuidadosa e individual, constatou-se que as mesmas nem produzem nem desenvolvem qualquer tipo de circuitos integrados, tecnologia, insumo ou equipamento para indústria. Tais empresas foram reclassificadas no setor de equipamentos elétricos e eletrônicos, que incluem empresas que produzem computadores, smartphones, equipamentos de telecomunicações, dispositivos de IOT, automação industrial, etc. Por outro lado, também se verificou que haviam empresas que produzem ou desenvolvem circuito integrado, ou insumos e equipamentos altamente tecnológicos para indústria de semicondutores classificadas no setor de equipamentos elétricos e eletrônicos e foram reclassificadas para o setor de tecnologia de hardware e equipamentos. Isto aconteceu com empresas das 5 regiões.

A Tabela 2 mostra um panorama geral da indústria mundial de *software* e serviços computacionais de 2023, quanto a receita líquida de vendas, investimentos em P&D, Capex e lucratividade operacional, para as mesmas 5 regiões. A indústria apresentou vendas líquidas de cerca de 1.702 trilhões de euros e investimentos em P&D de cerca de 241 bilhões de euros. Novamente o destaque fica com as empresas norte-americanas que lideram com cerca de 64% das receitas líquidas totais, cerca 74% do investimento em P&D total e 82% do lucro operacional da indústria mundial de *software* e serviços computacionais, e com lucratividade de 23,9%. Em segundo lugar aparece as empresas chinesas, com receitas líquidas e investimentos em P&D, respectivamente, na ordem de 19% e 13% da indústria de *software* e serviços computacionais mundial, e lucratividade operacional de 12,1%, cerca de metade da norte-americana, mas 5 vezes maior que a das empresas europeias e 2,5 maior que as japonesas.

Tabela 2 – Faturamento Líquido, P&D, Capex e Lucratividade Operacional da Indústria Mundial de *Software* e Serviços Computacionais em 2023 (Em milhões de € e %)

Região	P&D e % do Total		Receita Líquida de Vendas e % do Total		Intensidade P&D (%)	Capex	Intensidade Capex (%)	Lucro Operacional	Lucratividade (%)
USA	179.939,7	74,5	1.086.993,7	63,8	16,6	109.208,2	10,0	259.927,2	23,9
China	30.976,3	12,8	321.237,0	18,9	9,6	11.867,3	3,7	38.864,7	12,1
EU	14.457,2	6,0	90.006,0	5,3	16,1	2.336,8	2,6	1.999,0	2,2
Japão	5.123,1	2,1	91.280,8	5,4	5,6	5.694,8	6,2	4.433,2	4,9
ROW	10.972,7	4,5	113.150,2	6,6	9,7	2.864,9	2,5	9.883,3	8,7
Total	241.469,0		1.702.667,7			131.972,0		315.107,5	

Fonte: Elaborado pelo Auto a partir de *EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, 2024.

O faturamento líquido, os investimentos em P&D e lucratividade da indústria mundial de tecnologias de hardware, equipamentos e de outros circuitos integrados é mostrado na Tabela 3. Conforme aludido, os fabricantes de máquinas e equipamentos e insumos tecnológicos para indústria de circuitos integrados (ou seja, a cadeia produtiva), estão contidas na tabela. Nota-se que a grande parte das receitas líquidas, da ordem de 732,5 bilhões de euros, concentra-se nos EUA, 47%, Resto do Mundo, 26%, principalmente em Taiwan e Coreia do Sul, na Europa, 12%, e China com 8,4%.

Tabela 3 – Faturamento Líquido, P&D, Capex e Lucratividade Operacional da Indústria Mundial de Tecnologia de Hardware, Equipamentos e Outros Circuitos Integrados em 2023 (Em milhões de € e %)

Região	P&D e % do Total		Receita Líquida de Vendas e % do Total		Intensidade P&D (%)	Capex	Intensidade Capex (%)	Lucro Operacional	Lucratividade (%)
USA	62.321,3	57,2	345.757,3	47,2	18,0	49.374,3	14,3	77.391,5	22,4
China	6.266,7	5,8	61.864,7	8,4	10,1	23.238,6	37,6	1.912,7	3,1
EU	11.706,3	10,7	86.015,7	11,7	13,6	11.386,5	13,2	20.286,4	23,6
Japão	5.421,6	5,0	45.716,0	6,2	11,9	3.053,0	6,7	7.680,9	16,8
ROW	23.214,3	21,3	193.164,0	26,4	12,0	42.674,5	22,1	27.864,6	14,4

Total	108.930,1	732.517,8	129.726,8	135.136,1
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------

Fonte: Elaborado pelo Auto a partir de *EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, 2024

Conforme mostrado na tabela, aproximadamente 57% do investimento em P&D mundial em semicondutores, materiais e equipamentos para indústria são realizados por empresas dos EUA, com intensidade de P&D de 18% e lucratividade operacional de 22,4%. Em segundo lugar, a região “resto do mundo” responde com cerca de 21% do investimento em P&D total, intensidade de P&D de 12% e lucratividade operacional de 14,4%. A Europa vem em terceiro com 10,7% do P&D total, intensidade do P&D de 13,6% e lucratividade operacional de 23,6%. A China aparece na quarta lugar, a frente do Japão, com investimentos em P&D de 5,8% do total, intensidade de P&D de cerca de 10% e lucratividade operacional de 3,1%.

Na próxima seção, analisam-se os processos de aprendizagem e modos de absorções do conhecimento tecnológico estrangeiro para construção de capacidades tecnológicas nacionais nas indústrias de equipamentos de telecomunicações.

4 O *CATCH-UP* DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS/SISTEMA DE TELECOMUNICAÇÕES NA CHINA

Embora as análises de *catch-up* em nível microeconômico se desenvolvam em nível da empresa e setor, as políticas estatais e instituições em âmbito nacional são importantes porque conformam o marco regulatório e competitivo, as economias externas e a infraestrutura de ciência de tecnologia (C&T). Portanto, é imperativo fazer breves comentários sobre a estratégia de desenvolvimento da China.

O *developmental state* da China, sob o “Consenso de Pequim” (Beijing Consensus), implementou uma estratégia de desenvolvimento industrial que combina características mercantilista com o modelo do milagre do Leste Asiático (LEE, 2021, p.2-3). A estratégia é uma mistura de substituição de importações e promoção de exportações, e se consubstanciou em políticas industriais que possibilitou uma estratégia de aprendizagem que permitiram as empresas chinesas acessar e assimilar o conhecimento tecnológico estrangeiro. Percebendo a atratividade do tamanho do seu mercado e o seu poder de barganha, em primeiro lugar, obrigou as empresas transnacionais a realizarem atividades tecnológicas localmente como contrapartida do acesso ao mercado interno, a transferirem tecnologia às empresas locais como pré-condição dos acordos de *joint ventures* e a exportar grande parte da produção como pré-condição para investimentos no país. Tal

estratégia possibilitou as empresas nacionais aprender com empresas transnacionais (IDE) para alçá-las nos mercados de tecnologias. Segundo, as políticas voltadas para transformação do sistema chinês de ciência e tecnologia (C&T) foram fundamentais, na medida que permitiram preservar e recombina capacidades tecnológicas em direção a engenharia avançada e o *spin-off* universitário para as empresas. Em terceiro, a aquisição de tecnologias e marcas estrangeiras avançadas através de fusões e aquisições internacionais poder ser considerado uma forma de transferência de tecnologia (CASSIOLATO, 2013, p.73; LEE, 2021, p.5).

A China acelera sua taxa de crescimento econômico no final dos anos 1970, atingindo o pico de 14,2% em 2007, desacelerando para uma faixa de 8 e 5 na segunda da década de 2010 e na primeira de metade de 2020. Naturalmente, tal crescimento possibilitou a integração de milhões de indivíduos na economia, seja como produtores, trabalhadores e consumidores. A mudança estrutural que sancionou tal crescimento foi marcada pela transferência de milhares de trabalhadores da agricultura de baixa produtividade para atividades industriais com alta produtividade e com progressivo *upgrade* tecnológico.

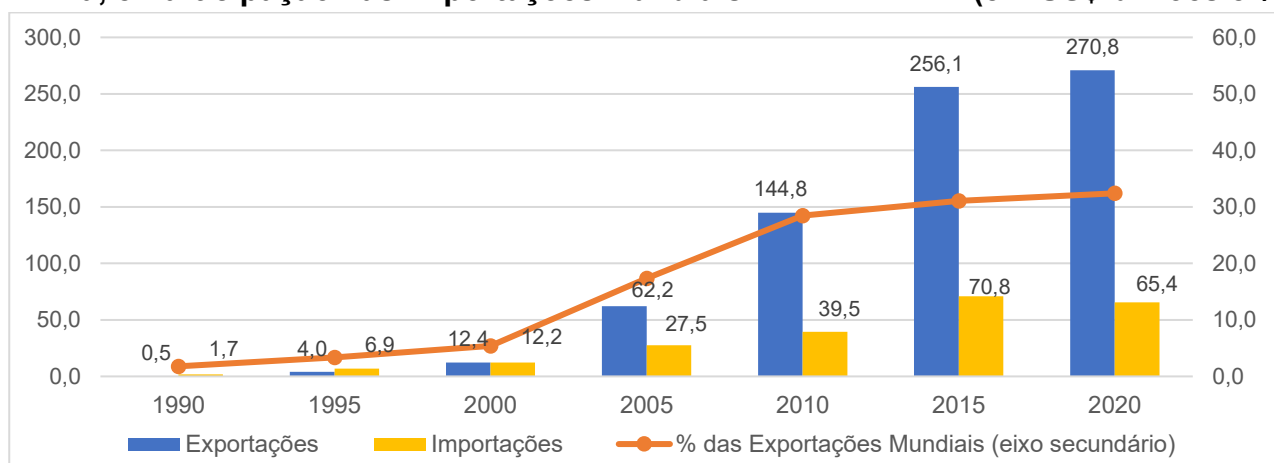
No início dos anos 1980, a população tinha pouco acesso aos serviços de telecomunicações e havia parca infraestrutura. Em 2003, a China conquistou a posição de maior mercado de telecomunicações do mundo com um total combinado de 532 milhões de assinantes de telefonia fixa e móvel, e o reconhecimento pela União Internacional de Telecomunicações (ITU) como uma superpotência em telecomunicações (SHAN; JOLLY, 2011, p.158). Segundo informações da ITU disponíveis no World Development Indicators⁶, em 1981 haviam 2.220.900 assinaturas de telefone fixo (0,22 por 100 habitantes), enquanto em 2007, 367.786.000 assinaturas (27,6 por 100 habitantes), um crescimento de 16.460% no período, 22% a.a. No ano de 2023, haviam na China 1.801 bilhão de assinaturas de telefones móveis (celulares, *smartphones*), e 77,5% utilizando internet, de uma população de cerca de 1.400 bilhão. Naturalmente, o crescimento do mercado interno ofereceu muitas oportunidades de crescimento e desenvolvimento tecnológico para as empresas de equipamentos/sistemas de telecomunicações que, em parceria com as operadoras tais como China Mobile, China Telecom, China Unicom e China Netcom, ajudaram a criar e difundir tais serviços. Ademais, em 2020 as exportações de equipamentos de telecomunicações da China representavam cerca de um terço das exportações mundiais,

⁶ <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

conforme as informações sobre exportações e importações de 1990 a 2020 mostradas no Gráfico 1.

De déficits comerciais em equipamentos de telecomunicações de US\$ 1,2 bilhão em 1990 e US\$ 2,9 bilhões em 1995, e um certo equilíbrio comercial no ano 2000, o gráfico mostra exportações de US\$ 144,8 bilhões em 2010 e US\$ 270,8 bilhões em 2020. Como a China conseguiu desenvolver uma indústria de equipamentos de telecomunicações a ponto de dominar um terço das exportações mundiais?

Gráfico 1 – Exportação e Importação de Equipamentos de Telecomunicações* pela China, e Participação nas Exportações Mundiais (em US\$ bilhões e %)



Fonte: UN Comtrade Database, 2025. *Código SITC 764: Equipamentos de telecomunicações, partes e acessórios.

O *boom* do mercado de telefonia fixa na China começou no final dos anos 1970. Em 1981, por exemplo, um comutador (switch) avançado controlado por programa (SPC) foi fornecido pela Fujitsu do Japão e instalado na província de Fujian em 1981 (MU; LEE, 2005, p.760; TAN, 2002, p.23). Tais tecnologias, desenvolvidas em países desenvolvidos, eram relativamente caras e não satisfaziam considerável parte da demanda chinesa, como nas áreas rurais.

A formação de *joint ventures* sino-estrangeiras foi uma estratégia para efetiva transferência de tecnologia para China. Nestes termos, em 1984 foi estabelecida a primeira grande *joint venture* entre a empresa belga ITT (a Alcatel francesa assumiu o ITT em 1987) e sua subsidiária, a Bell Telephone Manufacturing Company (BTM), com a China National Posts and Telecommunications Industry Corp (PITC), resultando na Shanghai Bell Telephone Equipment Manufacturing Corporation (doravante Shanghai Bell), que permitiu a absorção/assimilação de tecnologia para a fabricação de comutadores digitais de grande porte (SPC). Outro acordo assinado em outubro de 1988 entre a Siemens alemã e uma fábrica do Ministério da Indústria Eletrônica (MEI) de Pequim estabeleceu outra *joint*

venture, a empresa Beijing International Switching System Corporation, para produzir um comutador eletrônico digital mundial (IGI, 1997, p.143-144 *apud* MU; LEE, 2005, p.763). Outras fornecedoras multinacionais, que receavam que as duas *joint ventures* dominassem o mercado chinês, buscaram negociações com o governo.

Entretanto, o governo chinês decidiu limitar o número de *joint ventures* para dois. Os pedidos da NEC, AT&T e outros foram recusados no final da década de 1980. A estratégia “escolher os melhores parceiros e limitar o número” também foi aplicado a outros produtos, como fibras ópticas, sistemas ópticos de comunicação e PABXs. No entanto, esta política de mercado para centrais de comutação digital foi alterada em 1993, sob pressão internacional para a China voltar a aderir ao GATT (Acordo Geral de Tarifas e Comércio), quando a tarifa para importações diretas de SPC foi reduzida e permitiu-se o estabelecimento das *joint ventures*: Tanjin NEC Electronic and Communications Industry, AT&T Qingdao Telecommunications Equipment and Services Co., Beijing Nokia Hangxing Telecommunications, Nanjing Ericsson Communications Co. Ltd., Jiangsu Fujitsu Telecommunication Technology Co., Ltd., and Guangdong-Nortel Telecommunication Switching Equipment⁷ (MU; LEE, 2005, p.763; TAN, 2002, p.23).

O design dos produtos importados baseava-se nas necessidades do mercado da empresa de origem, não se adequando as especificidades e segmentação do mercado chinês. No processo de adaptação local do sistema de comutação automática digital System-12 da BTM, considerado pelas autoridades chinesas como o de tecnologia mais avançada e adequado as condições locais, a Shanghai Bell cooperou com universidades e institutos de pesquisa locais, que foi essencial para difusão de conhecimentos e habilidades, cujo resultado foi o modelo S1240, desenvolvido para atender grandes cidades

⁷ Most of the globally significant multinational central office switch suppliers had succeeded in establishing their JVs in China. These late-established JVs ranged from actual local production to semi knocked down assembly (SKD) and completely knocked down assembly (CKD), since some multinational suppliers viewed JVs only as a dress window for ‘directly’ selling their switches to the Chinese Market (TAN, 2002, p.73). Em 1995 a política do IED em telecomunicações foi novamente alterada através das “Diretrizes Governamentais para Investimento Estrangeiro em Telecomunicações”, para atrair e promover o IDE em tecnologias avançadas atendidas apenas por importações, e que trouxessem benefícios econômicos significativos, como os sistemas digitais sem fio, sistemas ópticos de transmissão SDH, sistemas digitais de micro-ondas, sistemas de comutação de modo de transferência assíncrona (ATM), sistemas de comunicação via satélite e desenvolvimento de *software* de comunicação. As mesmas “Diretrizes” restringia o IDE para produção de sistemas analógicos sem fio, sistemas automáticos privados centrais telefônicas (PABXs), centrais não ATM, sistemas de transmissão de TV e rádio, aparelhos de fax e sistemas de micro-ondas digitais de baixa velocidade, pois haviam muitas *joint ventures* e fornecedores nacionais cujos produtos eram capazes de atender à demanda do mercado chinês em termos de qualidade, características e preços (*ibidem*, p.72).

(MU; LEE, 2005, p.770-772). Com a *joint venture* Shanghai Bell, a PITC que coordenava 28 empresas estatais (SOE), também acessou e absorveu conhecimentos referentes as tecnologias estrangeiras de fabricação, engenharia, P&D, marketing, serviços pós-venda etc. A instalação em larga escala de comutadores digitais (SPC) importados nas redes de telecomunicações da China e a presença das *joint ventures* sino-estrangeiras fomentaram a difusão de *know-how* tecnológico (TAN, 2002).

Por exemplo, um projeto de 1984 do Prof. Wu do Centro de Tecnologia da Informação (CIT) e uma equipe, se juntou com a Luoyang Telephone Equipment Factory (LTEF) – sob controle do Ministério dos Correios e Telecomunicações (MPT) - para o desenvolvimento local de um comutador digital (SPC) (SHEN, 1999, p.76–77 *apud* MU; LEE, 2005, p.763). Tal parceria deu origem ao modelo de comutador digital HJD-03 de pequena capacidade (1000 linhas) que apresentava falhas e *bugs* de *software*. Em 1987, foi estabelecido outro consórcio de P&D entre o CIT, a LTEF e o PTIC no âmbito do MPT para desenvolvimento de um comutador digital com 2.000 linhas, que deu origem ao SPC modelo HJD-04. O Prof. Wu novamente atuou como engenheiro chefe do projeto HJD-04, e engenheiros que participaram do desenvolvimento do modelo S1240 da Shanghai Bell também participaram da equipe que desenvolveu o projeto HJD-04, lançado em 1991. Ademais, a LTEF, que participava como oficina de testes e assistência técnica do projeto HJD-04 procurou ajuda técnica direta da Shanghai Bell (MU; LEE, 2005, p.774).

Resumidamente, esses casos demonstram as ligações (*linkeges*) entre vários atores que compartilharam o processo de aprendizagem e conhecimentos tecnológicos de P&D do SPC modelo S1240 da Shanghai Bell a partir do Sistema 12, para o desenvolvimento do modelo HJD-04. Sem a absorção e difusão do conhecimento tecnológico incorporado do Sistema-12 da BTM e sua adaptação local pela Shanghai Bell, o desenvolvimento tecnológico autóctone do HJD-04 não seria possível.

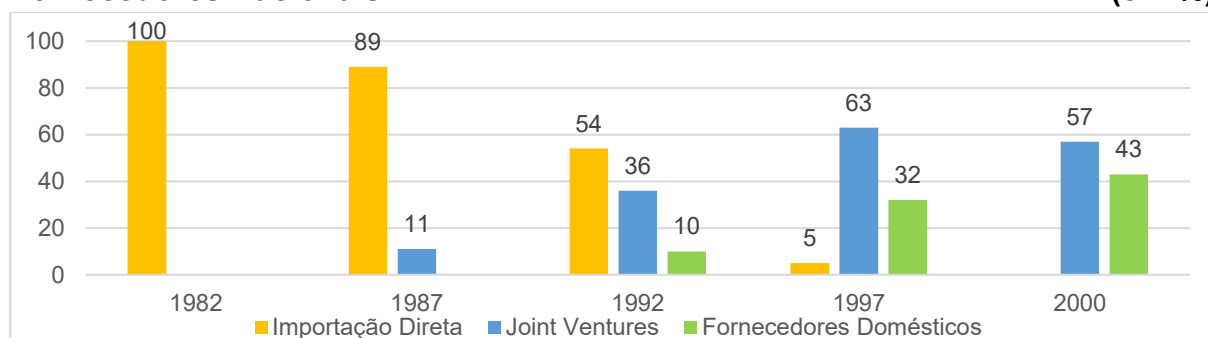
A empresa estatal (SOE) fundada para produzir o modelo HJD-04 em alta escala foi a Great Dragon Telecommunications (Julong), um grupo empresarial composto por nove empresas filiadas, incluindo o LTEF (ZHANG, 2000, p.151 *apud* MU; LEE, 2005, p.775). A empresa começou a produzir HJD-04 em 1992 para atender as áreas rurais a partir componentes baratos produzidos na China pelo Shanghai Bell, que atendia aos padrões tecnológicos e de qualidade.

Após o desenvolvimento do HJD-04 em 1991, a mobilidade e intercâmbio de engenheiros e pesquisadores chineses para empresas locais foi uma oportunidade para desenvolver e produzir SPCs nativos e competitivos (TAN, 2002), tais como pelas empresas

Huawei, ZTE e Datang (China Academy of Telecommunications Technology), que lançaram seus produtos com tecnologia própria no mercado até 1995. A Huawei atraiu engenheiros da Graet Dragon por conta de sua política de altos salários, assim como a ZTE, que em resposta às necessidades do mercado, se concentraram no segmento de baixo custo da rede de telecomunicações públicas da China, como áreas rurais e pequenas cidades, mercado negligenciado por multinacionais. A ZTE lançou o switch digital ZXJ2000 em 1993, enquanto a Huawei lançou o C&C08 em 1995.

O Gráfico 2 mostra a participação de mercado dos comutadores digitais importados, produzidos por *joint ventures* sino-estrangeiras e por empresas locais. As importações, dominavam o mercado nos anos, caíram para uma participação de 54% em 1992, 5% em 1997 e 0% no ano 2000. Já os SPCs produzidos por *joint-ventures* sino-estrangeiras aumentaram a participação de 11% do mercado em 1987 para 63% em 1997 e 57% em 2000, enquanto a participação de mercado das empresas locais saiu de 10% em 1992 para 43% nos anos 2000. Neste último ano, a Huawei vendeu 16.500 comutadores digitais, o que representou por 35% do mercado.

Gráfico 2 - Participações de Mercado de SPC por Importações, *Joint Ventures* e Fornecedores Nacionais (em %)



Fonte: Tan, 2002, p.24.

A Huawei, a Datang, a ZTE e a Great Dragon inclusive começaram a exportar seus produtos países da Ásia Oriental e Central, Europa Oriental e América Latina. Todos os fabricantes locais foram apoiados pelas políticas governamentais, tais como, proteção do mercado com tarifas sobre importações de equipamentos de telecomunicações, política especial de aquisições de equipamentos locais pelo Conselho Administrativo das Agências de Correios e Telecomunicações, empréstimos do Banco de Construções da China em condições favoráveis e subsídios financeiros para P&D.

Portanto, este caso mostra o sucesso do *catch-up* nas capacidades tecnológicas para o desenvolvimento e produção local de comutadores digitais por empresas locais a partir da difusão do conhecimento tecnológico e *spin-offs* da Shanghai Bell, que por sua

vez, assimilou tais conhecimentos através da transferência de tecnologia da ITT e BTM belgas. Evidentemente, muitos fatores contribuíram para tal sucesso, desde o tamanho e segmentação do mercado chinês, a regulamentação estatal do IDE a partir de *joint ventures* para transferência de tecnologia, o apoio governamental, redes extra mercado que possibilitaram os consórcios de P&D (CIT-PTIC-LTEF - HJD-04) e as estratégias empresariais, principalmente da Huawei, que desenvolveu por engenharia reversa equipamentos altamente rentáveis para os mercados de baixo custo do interior da China. Também podemos inferir que haviam capacidades sociais na China, como também certa capacidade organizacional – parte transferida pela BTM-ITT – que criaram as condições para aderência na “coerência tecnológica” ou paradigma tecno-econômico para produção dos componentes e equipamentos em alta escala.

A título de comparação dos resultados encontrados neste artigo com a literatura existente (MU; LEE, 2005; TAN, 2002) faz-se algumas considerações. Além das conclusões parciais ressaltadas no parágrafo acima, uma condição fundamental estudada por Mu e Lee (2005) para o sucesso da indústria chinesa em *catch-up* as capacidades tecnológicas para o desenvolvimento e produção de centrais telefônicas digitais, deve-se a sua trajetória tecnológica mais previsível e de menor cumulatividade, características fornecidas por seu regime tecnológico⁸. Ademais, tais condições fornecidas pelo regime tecnológico e as estratégias governamental e empresarial permitiram as empresas chinesas pular a etapa “supostamente necessária” de acumulação de capacidades tecnológicas para o desenvolvimento de centrais eletrônicas analógicas, diretamente para as centrais eletrônicas digitais (*stage-skipping catch-up*). Como também entende Tan (2002, p.25):

“the maturation and stabilization of SPC technology makes it more feasible for them to develop and manufacture their own SPC switches. By absorbing and digesting imported technology, local manufacturers developed switches that are actually modified and possibly improved Western models. This strategy often requires less time, less financial capital, and less human manpower, compared with developing the original SPC switches several decades ago. The cheap labor cost, which now accounts for a significant portion of the final price of the SPC switches, enables local producers to compete with multinational corporations both in

⁸ O regime tecnológico é definido pelas propriedades e natureza das tecnologias que envolve uma combinação de oportunidades tecnológicas, apropriabilidade das inovações, cumulatividade dos avanços técnicos e a propriedade do conhecimento científico e tecnológico base (BRESCHI: MALERBA, 1997). Diferentes regimes tecnológicos implícitos na natureza das tecnologias configuram formas específicas de organização das atividades inovadoras de um setor industrial.

the domestic market, other developing markets, and even developed markets”.

Entretanto, os autores ((MU; LEE, 2005; TAN, 2002) não fazem referência às capacidades sociais de Abramovitz (1986) realçadas na argumentação deste artigo.

A partir de meados dos anos 1990, o mercado sofreu uma mudança acentuada quando as telecomunicações móveis 2G experimentaram uma fase de rápido crescimento na China. A rede 2G na China consistia em dois padrões – GSM e CDMA – e Motorola, Ericsson, Nokia e Siemens controlavam mais de 90 por cento do mercado GSM (YU; ZHANG, 2021, p.595). Os equipamentos para construção da rede 2G da China, 62% foram importados, 30% fornecidos por *joint ventures* sino-estrangeiras e 8% por fabricantes locais (CHEN *et alii* 2002, p. 50 *apud* THUN; STURGEON, 2019, p.185).

Como retardatárias nas tecnologias e equipamentos para telecomunicações móveis, havia risco potencial da China torna-se um imitador de baixo nível de tecnologias estrangeiras. A Huawei tinha avançado em inovação de custos na 2G⁹, mas os *policy makers* acreditavam que um padrão específico de interconexão chinês poderiam fornecer oportunidades de desenvolvimento de capacidades tecnológicas locais e preços mais elevados, pagariam menos royalties, investiriam mais em P&D, e diante da possibilidade de tal padrão se tornar global ampliaria a abrangência do mercado potencial (THUN; STURGEON, 2019, p.185).

Foi então que o governo chinês concentrou seu apoio a indústria local para o desenvolvimento de tecnologias avançadas no final dos anos 1990, como os equipamentos de telecomunicações móveis, dados e padrões sem fios próprios com massivo investimento estatal na tecnologia 3G chinês (TD-SCDMA - Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access) desenvolvido pela Datang Group, e aprovado pelo International Telecommunication Union (ITU) em 2001.

The ITU's acceptance of TD-SCDMA as a 3G standard in May 2000 and the Third Generation Partnership Project's (3GPP) acceptance in March 2001 began an urgent process of design, testing, and commercialization in China. The standard was far behind competing

⁹ A partir de meados da década de 1990, a Huawei institucionalizou seu departamento de P&D em Pequim e Xangai, através dos quais expandiu seu desenvolvimento em equipamentos de acesso, transmissão óptica, redes de dados e redes sem fios, transformando-se assim numa empresa fornecedoras de soluções de ponta a ponta. A Huawei expandiu sua linha de produtos em 1996 e incluiu Tecnologias Ópticas de Alta Capacidade de Rede e Habilitação (HONET), rede de acesso integrado e equipamento de transmissão óptica de hierarquia digital síncrona (SDH), equipamento de comunicação de dados (roteadores) em 1997 e sistemas de comunicação móvel GSM em 1998 (JOO *et alii*, 2016, p.10-11).

standards Japan's NTT DoCoMo launched the first commercial WCDMA 3G network in 2001– and the state played a key role in organizing the catch-up process (THUN; STURGEON, 2019, p.186).

A Datang tornou-se o coordenador da rede de acadêmicos, pesquisadores e funcionários do governo para promover os esforços da China para desenvolver o TD-SCDMA (GAO; LIU, 2012). Em 2002, com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento e Reforma (NDRC), do Ministério da Informação e Tecnologia da Indústria (MIIT) e Ministério da Ciência e Tecnologia (MOST), foi criada a Aliança da Indústria TD-SCDMA para coordenar e estabelecer atividades entre empresas para desenvolver capacidades tecnológicas, organizar o compartilhamento de informações e direitos de propriedade, e construir uma cadeia industrial relativamente completa para o padrão TD-SCDMA. Huawei e a ZTE aderiram à Aliança para apoiar os esforços de Datang, depois do sinal político do NDRC - o mais poderosa agência governamental na China - indicar que o governo chinês queria apoiar o TD-SCDMA (GAO; LIU, 2012, p.539; THUN; STURGEON, 2019, p.187; YU; ZHANG, 2021, p.595).

Em janeiro de 2006, o governo chinês aprovou o TD-SCDMA como o primeiro padrão nacional de tecnologia 3G para comunicação sem fio na China, mas foi oficialmente adotado pela China Mobile apenas em janeiro de 2009, pois “government support was not persistent and involved a lot of ambiguities and uncertainties, which created huge negative impact on TD-SCDMA” (GAO; LIU, 2012, p.532).

Gao e Liu (2012, p. 541) sugerem, por exemplo, que o Ministério da Informação Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT) apoiou o padrão 3G chinês, mas não tinha grande urgência de desenvolver tecnologia nativa porque queria que a política complementasse, em vez de substituir, a tecnologia estrangeira, pois o setor de equipamentos tinha realizado um rápido desenvolvimento baseado na transferência de tecnologia das multinacionais. As operadoras também preferiam adaptar as tecnologias estrangeiras, pois o padrão WCDMA da Europa/Japão e o CDMA2000 dos EUA era uma evolução da das redes 2G existentes, em vez de construir uma rede paralela para TD-SCDMA.

Entretanto, os mercados da indústria das telecomunicações e das TI tornaram-se mais dinâmicos e competitivos em todo o mundo. O TD-SCDMA desenvolvido internamente estava atrasado em relação aos outros dois padrões internacionais (WCDMA e CDMA2000) em termos de maturidade tecnológica e corria o risco de ficar ainda mais para trás numa competição global acelerada. A China então buscou uma estratégia dual no padrão 3G:

uma *path-creation* (TD-SCDMA) e outra *path-dependency* (WCDMA e CDMA2000) (YU; ZHANG, 2021, p.595-596).

Como as duas maiores empresas fabricantes de equipamentos de telecomunicações da China, Huawei e ZTE tornaram-se os principais beneficiários dessa estratégia múltipla (*ibidem*). ZTE foi muito mais ativa na promoção do TD-SCDMA, embora cautelosa em investir na tecnologia (GAO; LIU, 2012). A Huawei, entretanto, fez acordos e alianças internacionais para acessar a tecnologia externa e investiu fortemente em P&D (acima de 10% da RLV) para desenvolver capacidades tecnológicas e inovativas em equipamentos nos padrões WCDMA e CDMA2000, e ficou bem frente da ZTE nesses padrões, mas acreditava que o TD-SCDMA poderia ser uma estratégia.

A estratégia da Huawei consistiu em fazer alianças estratégicas de P&D, acordos e aquisições internacionais, seja licenciamento de tecnologias, distribuição, mercados, enfim, para acessar e assimilar novos conhecimentos tecnológicos visando acompanhar o ritmo do desenvolvimento internacional do 3G e as oportunidades de mercado. Nos anos 2000, estabeleceu alianças estratégicas de P&D com o Texas Instruments, IBM, Motorola, Lucent, Intel, AGERE, ALTERA e Sun Microsystems, e *joint ventures* com NEC, 3COM, Siemens e Nortel. A intensa P&D interna, a globalização da P&D e as alianças estratégicas de P&D contribuíram tremendamente para construção de capacidades tecnológicas da Huawei (JOO *et alii*, 2016; LIU, 2010). O Quadro 1 sintetiza as motivações de algumas destas alianças estratégicas e *joint ventures*, assim como outros movimentos estratégicos através de acordos de marketing e distribuição.

Quadro 1 - Principais Alianças Tecnológicas, *Joint Ventures* e Acordos de Marketing e de Distribuição da Huawei entre 2002 e 2005

Outubro de 2002	Construir a Internet móvel 3G aberta em Xangai com a NEC (Japão) para criar uma plataforma de rede aberta para apoiar o desenvolvimento 3G na China.
Outubro de 2002	Acordo estratégico com a Microsoft (EUA) para criação de um laboratório conjunto na sede da Huawei em Shenzhen, incorporando a força da Microsoft como inovador em <i>software</i> e a experiência em telecomunicações da Huawei.
Março de 2003	Acordo com a Nokia (Finlândia) sobre licença cruzada de patentes de produtos de tecnologia relacionados ao WCDMA, abrangendo a fabricação e vendas de equipamentos de infraestrutura de WCDMA globalmente.
Março de 2003	Comprometido com uma JV de US\$ 160 milhões com a 3Com (EUA) para fabricar e comercializar roteadores de baixo custo.
Abril de 2003	Acordo de parceria estratégica com a Light Pointe (EUA) sobre tecnologia óptica de espaço livre
Julho de 2003	Acordo de parceria com Avici Systems Inc. (EUA) em soluções de mercado IP datacom.
Julho de 2003	A Huawei adquiriu a Cognigine e Optimite, empresas de tecnologias de comunicação óptica sediadas nos EUA.

Setembro de 2003	Uniu forças com a Infineon Technologies (Alemanha) para oferecer uma solução competitiva para plataforma de telefonia móvel WCDMA.
Fevereiro de 2004	Assinou e comprometeu-se com uma <i>joint venture</i> de US\$ 100 milhões com a Siemens (Alemanha) para desenvolver, comercializar e fabricar tecnologia TD-SCDMA.
Maio de 2005	Assinatura de um acordo de distribuição mútua com Marconi (Reino Unido) que permitirá as duas empresas revenderem partes dos produtos umas das outras.
Agosto de 2005	Marconi (Reino Unido) inicia negociações com a Huawei que podem levar a uma aquisição pela Huawei.

Fonte: Huawei's press releases (2002-2005) *apud* Shan; Jolly, 2011, p.164.

Em março de 2002, a Huawei introduziu no mercado o Code Division Multiple Access (CDMA) 2000 1XEV-DO”, com velocidades de até 2,4 Mbps. Em 2003, lançou no mercado chinês o padrão europeu Wideband Code-Division Multiple Access (WCDMA) e tornou-se líder em tecnologia 3G. Em 2006, a Huawei já era líder de mercado em tecnologia 3G com suas fortes capacidades competitivas na nova geração UMTS/HSPA Nó B, um tipo de 3.5G. De acordo com seu Relatório Anual (2006), a Huawei obteve 32,9% de participação nos novos mercados UMTS/HSP. Portanto, a Huawei foi o mais importante *player* no fornecimento de equipamento de telecomunicações para difusão do 3G na China (SHAN; JOLLY, 2011, p.163). As alianças globais de P&D ajudaram a Huawei desenvolver muitas tecnologias relacionadas ao WCDMA e ao *software* Versatile Routing Platform (VRP) para o roteador IPV6 (Internet Protocol Version 6) (LIU, 2010, p.98).

No ano de 2002, a Huawei e ZTE faturaram, respectivamente, cerca de US\$ 2,7 bilhões e US\$ 1,3 bilhões, e investiram US\$ 360 milhões e US\$ 210 milhões em P&D (SHAN; JOLLY, 2011). Até o final dos anos 2000 a Huawei montou cinco institutos de pesquisa no exterior, no Vale do Silício e em Dallas, nos EUA, em Bangalore, na Índia, e na Rússia. Em Bangalore, eles têm 800 engenheiros de *software*, a maioria dos quais são locais (LIU, 2010, p.99).

A estratégia de internacionalização de P&D da Huawei foi acompanhado por expressivo aumento de suas vendas líquidas e de investimentos em P&D, conforme mostra a Tabela 5. A Huawei, em menor grau a ZTE, multiplicou em mais de dez seus investimentos em P&D de 2010 a 2023, de cerca de € 1,8 bilhões de euros para € 20 bilhões em termos nominais. Suas vendas líquidas saltaram de € 21 bilhões para € 90 bilhões, e sua intensidade de P&D passou de 8,6% para 22,4%, o que demonstra o sucesso de sua estratégia de internacionalização de P&D, passando do mercado de baixo custo para o mercado de alto padrão e migrando da imitação criativa para a inovação. Empresas como

Huawei e ZTE lançaram produtos que competem com gigantes globais como Cisco e Ericsson (XUE *et alii*, 2021, p.124).

Tabela 5 - Faturamento Líquido, Investimentos e Intensidade de P&D da Huawei e ZTE em 2010, 2015, 2020 e 2023 (Em milhões de € e %)

Ano	Rank	Companhia	P&D	Vendas Líquidas	Intensidade de P&D (%)
2023	6	Huawei	19.939,2	89.207,3	22,4
	69	ZTE	3.135,7	15.740,5	19,9
2020	2	Huawei	17.460,1	111.157,4	15,7
	84	ZTE	1.862,6	12.651,3	14,7
2015	8	Huawei	8.357,9	55.892,5	15,0
	65	ZTE	1.954,1	14.176,1	13,8
2010	56	Huawei	1.805,8	20.947,0	8,6
	106	ZTE	896,9	7.948,0	11,3

Fonte: Elaborado pelo Auto a partir de *EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, 2011, 2016, 2021 e 2024.

A Huawei estabeleceu em 2011 seus “Laboratórios 2012” (2012 Labs) para aumentar suas capacidades inovativas pela liderança de esforços em pesquisa e em sua plataforma de desenvolvimento, e consolidar sua plataforma global de P&D. Seu trabalho é construir competência técnica e de P&D para o futuro, em um horizonte de 5 a 10 anos. Institutos de pesquisa foram estabelecidos dentro dos “Laboratórios 2012”, cada um dedicado a pesquisa básica/aplicada em um determinado domínio (HUAWEI, 2019, p.11-12-13): Laboratório de Tecnologia Sem Fio (*Wireless*), “o qual desenvolveu as tecnologias 5G e Wi-Fi da Huawei, agora reconhecidas como as soluções líderes do setor”; o Laboratório B&P (pesquisas de tecnologias de comunicações óptica), responsável pelo desenvolvimento de *links* ópticos de banda ultra larga de longa distância, conexão óptica cruzada de capacidade ultra grande e fotônica de silício altamente integrada e energeticamente eficiente; o Laboratório Arca de Noé (inteligência artificial) e o Laboratório de Tecnologia de Rede (concentra-se em comunicações de dados).

Em 2018, a Huawei tinha 36 centros conjuntos de inovação em 17 países e 14 institutos de P&D em todo o mundo. Os centros de P&D da Huawei na Europa são os principais centros de inovação fora da China, envolvendo a colaboração com 140 universidades, institutos de pesquisa e consultoria. Em todo mundo a empresa trabalha com mais de 300 universidades e 900 pesquisas institutos em 7.840 projetos (*ibidem*).

Os resultados da estratégia de internacionalização da P&D da Huawei e dos seus “Laboratórios 12” são mostrados na Tabela 6, que mostra os 10 principais requerentes empresariais no Patent Cooperation Treaty (PCT). Por dois anos consecutivos, a Huawei liderou os pedidos publicados de patentes no PCT: 4.024 em 2017 e 5.405 em 2018.

Também em destaque na 5ª posição do ranking em 2018, a ZTE requereu 2.080 patentes, mas tinha liderado com 4.123 pedidos publicados em 2016 e segundo lugar em 2017, com 2.965.

Tabela 6 - Os 10 Principais Requerentes Empresariais no PCT, 2016–2018

Ranking	Mudança da posição de 2017	Requerente	Origem	Pedidos no PCT publicados		
				2016	2017	2018
1	0	Huawei Technologies Co., Ltd	China	3.692	4.024	5.405
2	2	Mitsubishi Electric Corporation	Japão	2.053	2.521	2.812
3	0	Intel Corporation	USA	1.692	2.637	2.499
4	1	Qualcomm Incorporated	USA	2.466	2.163	2.404
5	-3	ZTE Corporation	China	4.123	2.965	2.080
6	2	Samsung Electronics Co., Ltd.	República da Coreia	1.672	1.757	1.997
7	0	Boe Technology Group Co.,Ltd	China	1.673	1.818	1.813
8	-2	Lg Electronics Inc	República da Coreia	1.888	1.945	1.697
9	1	Telefonaktiebolaget Lm Ericsson (Publ)	Suécia	1.608	1.564	1.645
10	4	Robert Bosch Corporation	Alemanha	1.274	1.354	1.524

Fonte: WIPO, 2019, p.35.

A Huawei tornou-se uma das maiores detentoras de patentes do mundo, com 87.805 patentes depositadas até ao final de 2018, das quais 11.152 são patentes dos EUA (HUAWEI, 2019, p.2).

A Huawei, como um ecossistema de negócios orientados para manufatura, adota o paradigma de inovação aberta na rede global de inovação. Sob tal paradigma as empresas são como organismos que interagem com o ecossistema empresarial em que atuam, especialmente com empresas que ocupam as posições centrais do ecossistema de inovação (XUE *et alii*, 2021, p.124). Adicionalmente, a Huawei adere a estratégia do “ponto de agulha”, o que significa que aloca mais recursos que seus concorrentes em áreas tecnológicas selecionadas para obter vantagens competitivas nessas áreas. Doravante, migra tais vantagens tecnológicas e competitivas para outras áreas tecnológicas relacionadas (*ibidem*). Tais estratégias são coerentes com os argumentos de Perez e Soete (1988, p.475), de que ciclo de vida de um sistema tecnológico é mais relevante do que os ciclos de um único produto porque o conhecimento, as habilidades, a experiência e as externalidades da miríade de produtos dentro de um sistema estão inter-relacionados e apoiam-se mutuamente.

Resumidamente, o forte crescimento econômico da China após 1980, a construção de sua infraestrutura de telecomunicações e a segmentação dos seus mercados

ofereceram grandes oportunidades para empresas chinesas como Huawei e ZTE orientarem suas produtos e inovações para o mercado interno: primeiro para mercado de baixo custo e para nichos de mercado e, posteriormente, inovação em um mercado ou sistema tecnológico em rápida mudança com alta oportunidade tecnológica. "A inovação orientada para o mercado é uma das principais características do *catch-up* industrial chinês" (LIU, 2010, p.95). Em segundo lugar, Huawei adotou a estratégia de inovação aberta, comprando e vendendo conhecimento tecnológicos através do licenciamento de patentes (*royalties*), fez alianças estratégicas de P&D, formou *joint ventures* internacionais para desenvolver tecnologias e acessar mercados, realizou aquisições globais, ao mesmo tempo que aumentou progressivamente seus investimentos em P&D e cooperação com universidades e institutos de pesquisa na China, EUA, Europa, Índia, Rússia, etc.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento e/ou tecnologias estrangeiras é fundamental para o início do processo de *catch-up* industrial, e a estratégia do Estado Chinês através da regulação do IED que condicionou seu acesso ao enorme mercado interno à transferência de tecnologia através de *joint ventures* chino-estrangeiras. A Shanghai Bell foi uma destas *joint ventures* que, no processo de assimilação de conhecimento tecnológicos através da transferência de tecnologia de comutadores digitais, conseguiu construir capacidades tecnológica e produtiva. Destarte, outras empresas locais beneficiaram-se do *spin-offs* destas capacidades da Shanghai Bell, com assistência tecnológica direta a outras empresas da PTIC como a LTEF, ou pela contratação de seus ex-engenheiros por consórcio de P&D e por outras empresas locais, como a Huawei e ZTE. Tal difusão de conhecimentos e capacidades tecnológicas permitiu o desenvolvimento e produção local de comutadores digitais por tais empresas que, aproveitando-se da segmentação do mercado e apoio governamental, desenvolveram equipamentos rentáveis para os mercados de baixo custo do interior da China. Também podemos inferir que haviam capacidades sociais na China, como também certa capacidade organizacional – parte transferida pela BTM-ITT – que criaram as condições para aderência na “coerência tecnológica” ou paradigma tecnoeconômico para produção dos componentes e equipamentos em alta escala.

Após 1995, e principalmente nos anos 2000, a telefonia móvel ofereceram oportunidades tecnológicas e de mercados (interno e externo) para a consolidação de uma indústria de equipamentos/sistema de telecomunicações na China. Os sucessivos

desenvolvimentos da tecnologia de telecomunicações (2G, 3G, 4G, 5G), permitiram as empresas melhor preparadas surfar nas ondas da mudança tecnológica das telecomunicações móveis e tecnologias relacionadas. Uma destas empresas foi a Huawei, que adotou uma estratégia de inovação aberta, fez alianças estratégicas de P&D, formou *joint ventures* internacionais para desenvolver tecnologias e produtos e acessar mercados, estabeleceu acordos e cooperou universidades e institutos de pesquisa domésticos e internacionais, investiu agressivamente em P&D para se tornar a líder mundial da indústria e em pedidos de patentes publicados em 2018.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead and falling behind. **Journal of Economic History**, New York, v. 26, n. 2, p. 385-406, 1986.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. **Industrial and Corporate Change**, v.2, n.1, p.157-210, jan. 1993.

CASSIOLATO, J. E. As **Políticas de ciência, tecnologia e inovação na China**. **Boletim de Economia e Política Internacional**, IPEA: Brasília, n. 13, jan./abr. 2013, p.65-80. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/3347/1/BEPI_n13.pdf. Capturado dia 02 de mar. 2018.

FAGERBERG, J.; GODINHO, M. M. Innovation and catching-up. Centre for technology, innovation and culture, **Working paper n. 24**, University of Oslo, 2003.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustment business, cycles and investment behaviour. In: DOSI, G. *et alii*, (eds). **Technical change and economic theory**. London: Pinter, 1988, p.38-66.

GERSCHENKRON, A. **Atraso económico y industrialización**. Barcelona: Editora Ariel, 1973.

GAO, X.; LIU, J. Catching up through the development of technology standard: The case of TD-SCDMA in China. **Telecommunications Policy**, n.36, p.531–545, 2012.

HOBDAY, M. Os sistemas de inovação do Leste e do Sudoeste Asiáticos: Comparação entre o crescimento do setor eletrônico promovido pelo sistema FEO e pelas ETNs. In: KIM, L.; NELSON, R. R. (orgs.). **Tecnologia, Aprendizado e Inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas: Editora UNICAMP, p.179-234, 2005.

HUAWEI, Respecting and Protecting Intellectual Property: The Foundation of Innovation. **Huawei White Paper on Innovation and Intellectual Property**, 2019. Disponível em: <https://www-file.huawei.com/-/media/corporate/local->

Site/vn/pdf/huawei_white_paper_on_innovation_and_intellectual_property.pdf?la=vi-vn.
Capturado dia 19 de agosto de 2025.

Industrial R&D Investment Scoreboard. Industrial Research and Innovation Monitoring and Analysis (IRIMA), Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011, 2016, 2021, 2024. Disponível em: <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html>. Capturado dia 23 de agosto de 2024.

JOO, S. H.; OH, C.; LEE, K. Catch-up Strategy of an Emerging Firm in an Emerging Country: Analyzing the Case of Huawei vs. Ericsson with Patent Data. **MPRA Paper n.109958**, 2016. Disponível em: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/109958/>. Capturado em 15 de fevereiro de 2025.

KIM, L. (Org.); NELSON, R. (Org.). **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005.

LEE, K. **China's Technological Leapfrogging and Economic Catch-up: A Schumpeterian Perspective**. New York: Oxford University Press, 2021.

LEE, K.; GAO, X.; XIBAO, L. Industrial catch-up in China: a sectoral systems of innovation perspective. Cambridge **Journal of Regions, Economy and Society**, v.10, Issue 1, p.59-76, march, 2017.

LIU, X. China's Catch-up and Innovation Model: A Case of the IT industry. Fu, X.; SOETE, L. (eds). **The rise of technological in the South**. London: Palgrave Macmillan, 2010, p. 89-106.

LALL, S. A mudança tecnológica e a industrialização nas economias de industrialização recente da Ásia: conquistas e desafios. In: KIM, L. (Org.); NELSON, R. (Org.). **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005, p.25-99.

MALERBA, F., NELSON, R.R. Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries. **Industrial and Corporate Change**, v.20 n.6, p.1645–1675, 2011.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R.R. The Roles of Research at Universities and Public Labs in Economic Catch-up. **LEM Working Paper Series, n.2006/01**, Scuola Superiore Sant'Anna, Laboratory of Economics and Management (LEM), Pisa, 2005.

MU, Q.; LEE, K. Knowledge diffusion, market segmentation and technological catch-up: The case of the telecommunication industry in China. **Research Policy**, n.34, p.759–783, 2005.

NELSON, R. The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions. In: DOSI, G. (Ed.); TEECE, D. J. (Ed.); CHYTRY, J. (Ed.). **Technology, organizations, and competitiveness: perspectives on industrial and corporate change**. London: Oxford University Press, 1998, p. 319-335.

NELSON, R. The coevolution of technology and institutions as the driver of economic growth. In: FOSTER, J.; METCALFE, J. E. (Eds.). **Frontiers of Evolutionary Economics:**

Competition, Self-Organization and Innovation Policy. Cheltenham: Edward Elgar, 2001, p.19-40.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. **Cambridge Journal of Economics**, v.34, Issue 1, p.185–202, jan. 2010.

PEREZ, C. SOETE, L. Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In: DOSI, G. et al. **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988.

SHAN, J.; JOLLY, D. Patterns of technological learning and catch-up strategies in latecomer firms: Case study in China's telecom-equipment industry. **Journal of Technology Management in China**, v. 6, n. 2, p.153-170, 2011.

SIA - SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION; NATHAN ASSOCIATES. **Beyond borders: the global semiconductor value chain. How an Interconnected Industry Promotes Innovation and Growth**, SIA, 2016.

TAN, Z. A, Product cycle theory and telecommunications industry - foreign direct investment, government policy, and indigenous manufacturing in China. **Telecommunications Policy**, n.26 p.17–30, 2002.

THUN, E.; STURGEON, T. When Global Technology Meets Local Standards: Reassessing China's Communications Policy in the Age of Platform Innovation. In: Brandt, L.; Rawski, T. G. (eds.). **Policy, Regulation and Innovation in China's Electricity and Telecom Industries**. London: Cambridge University Press, 2019, p.177-220.

WIPO, The International Patent System. **PCT Yearly Review 2019**: Geneva: WIPO, 2019. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_901_2019.pdf. Capturado em 02 de março de 2023.

XUE, L.; LI, D.; YU, Z. China's National and Regional Innovation Systems. In: FU, X.; McKERN, B.; CHEN, J. (eds.). **The Oxford Handbook of China Innovation**. New York: Oxford University Press, 2021, p.115-134.

YU, J.; ZHANG, Y. Chinese Firms' Move to the Forefront in Digital Technologies. In: FU, X.; McKERN, B.; CHEN, J. (eds.). **The Oxford Handbook of China Innovation**. New York: Oxford University Press, 2021, p.593-609.

UNCTAD, UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. **Technology and Innovation Report 2021**: Catching technological waves Innovation with equity, United Nations, 2021. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/3926808?v=pdf>. Capturado dia 02 de Agosto de 2025.

NOTAS

Endereço de correspondência do principal autor

Rua Ramiro Barcelos, 2129, apart. 33, Porto Alegre – Rio Grande do Sul - CEP: 90040-285

AGRADECIMENTOS

Não se aplica

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: G. A. Guerrero

Coleta de dados: G. A. Guerrero

Análise de dados: G. A. Guerrero

Discussão dos resultados: G. A.

Guerrero **Revisão e aprovação:** G. A.

Guerrero

FINANCIAMENTO

Não se aplica

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica

CONFLITO DE INTERESSES

Não há conflitos de interesse

LICENÇA DE USO

Os autores cedem à **Textos de Economia** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution Non-Comercial ShareAlike](#) (CC BY-NC SA) 4.0 International. Esta licença permite que **terceiros** remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, desde que para fins **não comerciais**, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico desde que adotem a mesma licença, **compartilhar igual**. Os **autores** têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico, desde que para fins **não comerciais e compartilhar com a mesma licença**.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. LaboMídia - Laboratório e Observatório da Mídia Esportiva. Publicado no [Portal de Periódicos UFSC](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

EDITORES

Ronivaldo Steingraber