

“Inovação Secundária”

e o desenvolvimento da indústria chinesa

Adriano Proença

Enga. de Produção – Escola Politécnica e COPPE / UFRJ

Apresentação

Durante o transcorrer do projeto Pró-Engenharia Gestão de Operações em Organizações Inovadoras, o autor deste capítulo foi convidado a coordenar um estudo exploratório sobre a dimensão tecnológica da competitividade da indústria chinesa na República Popular da China. Tal estudo, demandado pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República à COPPE/UFRJ, foi concluído em julho de 2011¹. Em novembro de 2011, um seminário aberto ao público e amplamente divulgado, promovido pela SAE/PR e pela COPPE/UFRJ, apresentou seus principais resultados.

O presente capítulo tomou por base um dos textos preparados pelo autor para aquele estudo, avançando sobre este na medida que incorpora os debates feitos em suas apresentações das ideias ali colocadas, e as contribuições oriundas das discussões realizadas no contexto dos *workshops* e missões do Pro-Engenharia. Diversos pontos aqui considerados devem sua origem ou refinamento, portanto, a colocações de outros, a quem o autor sinceramente agradece.

Este capítulo se estrutura apresentando, de partida, um quadro conceitual de referência sobre tecnologia e competitividade; para, em seguida, percorrer diversos aspectos pertinentes na experiência chinesa ao que o Instituto Nacional para Gestão da Inovação, da Universidade de Zhejiang, denominou de “inovação secundária”. Finalmente, a parte final procura trazer, ainda que brevemente, esta discussão para o debate sobre modelos de gestão e estratégias de inovação tecnológica no Brasil.

1. Tecnologia e vantagem competitiva

Tome-se como ponto de partida o conceito de “competitividade” frente à concorrência. Em uma primeira definição, pragmática, de senso comum de negócios, poder-se-ia definir ser competitivo como ser capaz de enfrentar em condições lucrativas a concorrência no mercado

de seu produto (bem ou serviço). E quando esse mercado crescer, crescer também, preferencialmente mais rápido que seus concorrentes.

Procurando avançar em direção ao conceito de “vantagem competitiva” (ou seja, ter uma vantagem em competitividade), pode-se dizer que uma empresa usufrui de vantagem competitiva sobre seus rivais quando ela ganha retornos financeiros superiores aos seus rivais na indústria a que pertence ao longo do tempo².

Buscando uma maior acurácia³, pode-se assumir que uma empresa tem uma vantagem competitiva quando ela é capaz de criar mais valor econômico que o competidor que está em *breakeven* no mercado de seu produto⁴. O valor econômico criado por uma empresa pode ser definido como a diferença entre os benefícios percebidos pelos compradores (informado pelo alcance de sua “propensão-a-pagar”) e o custo econômico para a empresa. Isto quer dizer que tal valor tem o potencial de contribuir tanto para o comprador, se ele pagar menos do que ganha com o produto; como para a empresa, se ela receber mais que o custo econômico⁵. Para criar mais valor que seus rivais, a empresa precisa produzir mais benefícios pelo mesmo custo e/ou os mesmos benefícios por um custo menor.

A partir desta definição, desdobram-se duas importantes considerações:

- a. Há diferentes formas de firmas terem vantagem competitiva em um mesmo mercado;
- b. Uma empresa com vantagem competitiva não precisa ser a de melhor desempenho em todas as dimensões.

Isso implica entender que diferentes posicionamentos competitivos em um mesmo setor podem ser expressão de diferentes situações de vantagem competitiva pelas firmas que os adotam. Há diferentes formas de competir, e dimensões prioritárias de desempenho distintas podem ser associadas a cada uma delas.

“Tecnologia”, em uma definição breve, se refere a conhecimentos teóricos e práticos, habilidades e artefatos que podem ser utilizados para desenvolver e produzir produtos e serviços, assim como os sistemas para conduzir sua concepção, produção e entrega. A tecnologia pode estar materializada em pessoas, materiais, processos cognitivos e físicos, instalações, equipamentos e ferramentas⁶.

A tecnologia utilizada pela firma é um recurso relevante desde a perspectiva sobre competitividade aqui considerada, dada sua capacidade de levar a processos e/ou a produtos (bens e/ou serviços) que ampliem o valor econômico criado. Ou seja, a tecnologia pode ser um recurso que permite à firma participar no mercado de seu produto com um efeito positivo, ou pelo lado do custo, e/ou pelo lado dos benefícios percebidos pelos seus clientes-alvo.

Para além de relevante, a tecnologia pode também se mostrar um recurso crítico (no sentido de *core*, central) para suporte e sustentação desta vantagem competitiva particular. Recursos críticos podem ser definidos como aqueles que combinam⁷:

- a. Contribuir de forma relevante para o atendimento das demandas do mercado;
- b. Ser escassamente disponível e de difícil imitação pelos rivais;
- c. Não se encontrar equivalentes ou substitutos à altura;
- d. Ter um custo de conformação inferior ao valor de sua contribuição presente.

São ainda recursos cujos resultados associados são apropriáveis pela empresa que os possui ou a eles tem acesso assegurado⁸.

A tecnologia de produto e/ou de processo em vigor na empresa pode atender a tais critérios, e, portanto, funcionar como um dos recursos críticos para sustentação de sua vantagem competitiva.

2. Capacitações tecnológicas

As competências que a empresa possui no uso e desenvolvimento das tecnologias que adota podem ser definidas como suas “capacitações⁹ tecnológicas”. Tais capacitações tecnológicas podem se mostrar um recurso crítico para suporte e sustentação da estratégia competitiva de uma empresa.

As capacitações tecnológicas referem-se às habilidades das empresas em criar, adaptar, comprar, gerir, integrar e coordenar processos de negócio, que, acionando recursos de diversos tipos – tais como equipamentos e *softwares*, rotinas de trabalho, práticas gerenciais, bancos de informação, recursos humanos e outros – à luz de determinadas políticas, prioridades, normas e valores organizacionais, geram produtos e serviços com eficiência e eficácia ao longo de determinadas dimensões de desempenho¹⁰.

Habilidades coletivas da empresa voltadas para uso e operação de tecnologias e sistemas de produção podem ser chamadas de “capacitações tecnológicas de produção”. Aquelas para modificar tecnologias e sistemas de produção existentes, ou para gerar novas tecnologias e novos sistemas de produção, seriam “capacitações tecnológicas para inovação”¹¹. Ou, se ampliando seu alcance para incluir inovação em geral, “inovadoras”. Estas “capacitações inovadoras” podem ser definidas como o conjunto coerente e abrangente de soluções operacionais e de gestão de uma organização que facilitam e suportam estratégias (entendidas como padrões de ação) de inovação¹².

As capacitações tecnológicas da empresa, sejam voltadas para produção ou para inovação, também fazem parte do conjunto de recursos da empresa, sendo um recurso de natureza

organizacional, coletivo. Dependendo do regime competitivo do setor em que atua, e de sua estratégia competitiva, a firma pode ter, em algumas destas capacitações, e em seu desenvolvimento e evolução, um dos recursos críticos para sustentação de sua posição competitiva ao longo do tempo.

Em particular, em contextos competitivos com elevadas taxas de transformação, ganham especial destaque as chamadas “capacitações dinâmicas”¹³. As “capacitações dinâmicas” são definidas como aquelas que compreendem as habilidades da organização em perceber e conformar seu ambiente (em particular, sua dinâmica de evolução), apoderar-se de oportunidades e de reagir e transformar-se diante de ameaças e mudanças de grande porte¹⁴.

Vale observar que uma dada ‘capacitação dinâmica’ será relevante para a competitividade da empresa se atender aos mesmos critérios aplicados a outros recursos críticos das empresas. É dizer, sua contribuição para o dinamismo da empresa se mostrará crítica se contribuir para a diferenciação e geração de demanda para a empresa no mercado; se for escassa no setor; se for de difícil replicação ou substituição; se trouxer resultados apropriáveis; e se tiver se formado a custos menores do que os resultados que aporta para a organização. É dizer: não é por ser “dinâmica” que ela se torna automaticamente “central”¹⁵.

3. Inovação tecnológica em empresas *latecomers*: o conceito de “inovação secundária”

Na busca por compreender a dinâmica de inovação tecnológica nas empresas chinesas, encontrou-se o modelo conceitual proposto pelo Instituto Nacional em Gestão de Tecnologia (NIIM, na sigla em inglês), da Universidade de Zhejiang, em Hangzhou, China. Trata-se de uma proposta de leitura teórica dos processos de desenvolvimento tecnológico de empresas de países em desenvolvimento, e em particular, da China. Os pesquisadores do NIIM estabeleceram o conceito de “inovação secundária” como uma chave para compreensão dos processos de desenvolvimento de capacitações tecnológicas nas empresas chinesas¹⁶.

Uma empresa dita *latecomer*¹⁷ pode ser definida como uma empresa que atende a quatro condições¹⁸:

- a. É uma entrante tardia no setor (industrial) em pauta, não por escolha, mas sim por que não há outro jeito, é a situação dada;
- b. É uma empresa inicialmente carente de recursos, a quem falta tecnologia e mercado;

- c. Seu eixo básico de ação estratégica é alcançar e emparelhar com os seus rivais mais avançados (*catch-up*);
- d. Sua posição competitiva de partida se apóia em algumas poucas fontes iniciais de competitividade, tais como baixos custos de produção.

É tipicamente uma empresa de uma economia em desenvolvimento, ou, ainda, “emergente” ou de “industrialização tardia”. Seus primeiros passos costumam se basear em tecnologias e modelos de negócio que adquirem ou reproduzem de outros países. Ao longo do tempo, buscam evoluir, em passos sucessivos de aquisição, assimilação e aprimoramento, em direção a capacitações tecnológicas que as habilitem à geração de novos produtos e tecnologias¹⁹.

A pergunta que o modelo do NIIM explora se refere a se há ou não caráter inovador no processo de introdução de uma dada tecnologia em um contexto novo e distinto de onde ela foi inicialmente gerada. Desde a lógica do modelo, se a empresa precisa “imitar” no contexto da ampla falta de informação, ela não deixa de ter que buscar soluções e alternativas por si só, o que demandaria algum esforço de capacitação tecnológica.

De fato, embora se dê afastado da fronteira tecnológica definida pelos líderes dos países desenvolvidos, este esforço poderia ser interpretado como inovador, na medida em que envolve o desenvolvimento e aplicação de novos conhecimentos e habilidades para adequação da tecnologia a um novo contexto social, institucional e de mercado²⁰.

No contexto da clássica definição de paradigma tecnológico de Giovanni Dosi, Wu Xiaobo e Xu Qingrui procuraram estabelecer o *status* conceitual deste tipo de “inovação”²¹.

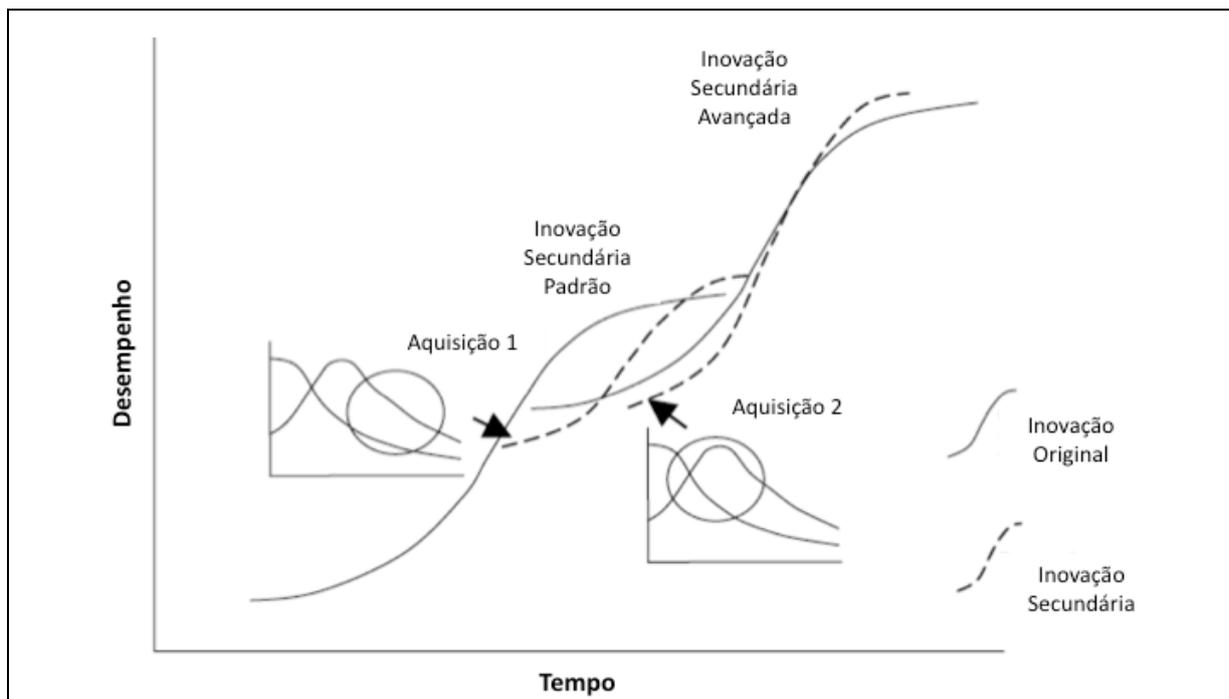
Um paradigma tecnológico pode ser definido como um determinado padrão (*pattern*) de solução de um conjunto restrito de problemas tecnológicos, com base em princípios selecionados derivados das ciências naturais e em determinadas tecnologias de referência. Um paradigma tecnológico contém prescrições bem definidas sobre que direções a mudança tecnológica deve seguir e quais não. A trajetória tecnológica, entendida como a atividade “normal” de solução de problemas determinada pelo paradigma, pode ser representada pela evolução no equacionamento e solução dos *trade-offs* entre as variáveis tecnológicas que o paradigma define como relevantes.

Na concepção de Wu Xiaobo, a “inovação secundária” se refere ao processo de inovação específico de firmas *latecomers*, de países em desenvolvimento, que começa com a aquisição de tecnologias de empresas ou organizações de países desenvolvidos, e posteriormente se desenvolve ao longo das trajetórias existentes no âmbito do paradigma tecnológico estabelecido. Sendo este último gerado e dominado pelos promotores do

processo original de inovação²². Ou seja, a inovação secundária se dá no contexto da trajetória das tecnologias adquiridas, no âmbito de um paradigma tecnológico estabelecido.

Assumida esta definição, o modelo do NIIM reconhece dois momentos distintos para o desenvolvimento de inovações secundárias (vj. Figura 4-1).

Figura 4-1 – Modelo Conceitual da “Inovação Secundária”



Fonte: XIAOBO, Wu; MA, Rufei; XU, Guannan. Accelerating Secondary Innovation through Organizational Learning: a case study and theoretical analysis. *Industry and Innovation*. v. 16, n. 4-5, p. 389-409, out. 2009, p. 392.

Um primeiro momento, que o modelo denomina de “Aquisição 1”, se refere ao inovar a partir de uma tecnologia já madura. Este movimento é o de “inovação secundária padrão (*standard*)”.

Neste caso, a empresa *latecomer* desenvolve esforços de assimilação e aprimoramento com o sentido de adequar a tecnologia – os produtos e processos nos quais ela se traduz – ao seu ambiente competitivo específico.

Nos termos do NIIM, ela tem de então praticar um “aprendizado adaptativo”. No “aprendizado adaptativo”, a tarefa central é se ajustar ao novo paradigma tecnológico, desenvolvendo basicamente capacitações tecnológicas de produção, praticando e dominando as rotinas associadas.

O outro momento, que o modelo denomina de “Aquisição 2”, se refere ao caso em que a empresa *latecomer* seleciona uma tecnologia ainda emergente nos países desenvolvidos,

tipicamente ainda no “padrão transitório”, quando a inovação em produtos começa a se estabilizar, com o início da conformação de um design dominante, mas em que os experimentos e as inovações em processo ainda estão a pleno vapor²³. Pode ser também uma tecnologia deixada de lado pelas grandes empresas que dominam o mercado, que tenderia a “ficar para trás” em seu desenvolvimento. É o que o modelo denomina de “inovação secundária avançada”.

As demandas de esforços em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e as capacitações tecnológicas para produção neste caso tendem a ser bem maiores. Trata-se de assimilar e aprimorar uma tecnologia ou ainda imatura ou “abandonada”. Neste contexto, há maior possibilidade da empresa *latecomer* surpreender os criadores e condutores da tecnologia original com alternativas e aplicações antes não imaginadas, e que chegam competitivas ao mercado.

Dito de outra forma, ao participar, por exemplo, de um momento em que o “design dominante” ainda está por se firmar, a empresa *latecomer* pode introduzir modificações no produto ou serviço que a colocam em vantagem frente ao inovador original, mesmo que apoiando-se nas soluções originais geradas pelo inovador primário²⁴. Nos termos do modelo do NIIM, trata-se de desenvolver, nesta “Aquisição tipo 2”, um “aprendizado criativo”.

No “aprendizado criativo”, a empresa, tipicamente após vários ciclos de inovação secundária, já desenvolveu capacitações tecnológicas consideráveis, tanto para produzir quanto para inovar, e já é capaz de identificar, selecionar, dominar, transformar e combinar *know-how* estrangeiro de diferentes fontes. Isto é, a empresa já conformou seus processos de P&D e de desenvolvimento de produtos e processos, e já é capaz de conectar e integrar as demandas de mercado e seu suprimento de tecnologia, no contexto de suas capacitações inovadoras.

Mas segue dependente, para o avanço na fronteira de suas tecnologias centrais, de concepções e soluções de outros.

De fato, ainda se trata de um processo com base em tecnologias geradas por outros, não se tratando de gerar e desenvolver uma trajetória tecnológica nova, original – isto seria uma “inovação primária” para o modelo do NIIM.

Observe-se que o modelo do NIIM não inclui considerações sobre oportunidades de co-geração de inovações primárias, quando a tecnologia ainda em surgimento poderia ser desenvolvida em conjunto com uma empresa mais avançada parceira – tipicamente, no contexto chinês, uma corporação multinacional com forte tradição de desenvolvimento tecnológico. Esta situação poderia ser também contemplada pela empresa *latecomer*, quando suas capacitações tecnológicas para inovação alcançassem patamares onde este tipo de colaboração pudesse efetivamente funcionar como uma forma de Aquisição de tecnologia.

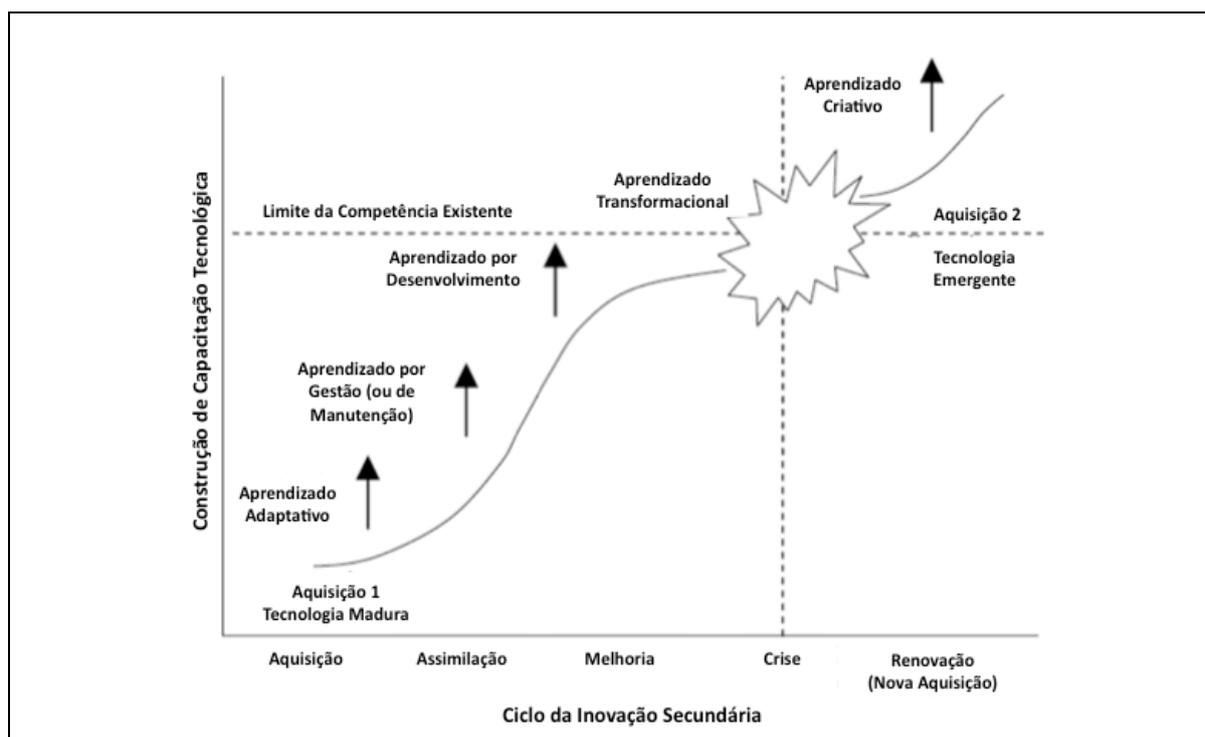
Talvez caracterizável como de “tipo 3”, embora já se tratando de uma inovação em si primária. Seria, portanto, um aprendizado por co-desenvolvimento.

4. Ciclos sucessivos de inovação, momento de crise e o “aprendizado transformacional”

No modelo do NIIM, as empresas *latecomers* acumulam capacitações tecnológicas praticando ciclos continuados de inovação secundária, buscando evoluir de forma mais acelerada que o movimento de evolução da fronteira tecnológica. E, no percurso, acabam por desenvolver também suas habilidades de gestão estratégica, para se redefinir de forma competitiva diante do ambiente mutante em que operam. Ou seja, no processo de fortalecer suas capacitações tecnológicas, as empresas se vêem obrigadas a refinar seu conjunto articulado de “capacitações dinâmicas”, desenvolvendo práticas de percepção e monitoramento do ambiente, e de conversão destas informações em processos internos de geração, escolha e implementação de projetos estratégicos de diversas naturezas.

No modelo do NIIM, depois de uma “Aquisição” as atividades de desenvolvimento da empresa passam por três estágios: a Assimilação (da tecnologia); a Melhoria; e a Crise²⁵. Esta trajetória está ilustrada na Figura 4-2. Observe-se que estes estágios não precisam ser seqüenciais; eles podem se sobrepor.

Figura 4-2 - Dinâmica de aprendizado organizacional no contexto do ciclo de inovação secundária



Fonte: XIAOBO, Wu; MA, Rufeij; XU, Guannan. Accelerating Secondary Innovation through Organizational Learning: a case study and theoretical analysis. In: *Industry and Innovation*, vol. 16, n. 4-5, p. 389-409, out. 2009, p. 394.

Ao longo do estágio de Assimilação, a empresa desenvolveria um “aprendizado por gestão (em uma tradução literal, “de manutenção”); no estágio de Melhoria ou de Aprimoramento, praticam um “aprendizado por desenvolvimento”, e, na Crise, um “aprendizado transformacional”.

Na “Assimilação” busca-se a “compreensão estrutural” da relação entre as tecnologias adquiridas e as tecnologias existentes na empresa. O aprendizado pelo uso (*learning by using* ou *learning by doing*) tem um papel importante neste processo de localização da tecnologia. Buscam-se processos de produção confiáveis e mais eficientes, pratica-se engenharia reversa.

Na fase de Melhoria, o modelo propõe como centro a “compreensão funcional” da tecnologia adquirida, que se exprime como a capacidade de combinar as tecnologias adquiridas com as existentes, e aplicá-las em diferentes campos.

Aqui a demanda tem um papel importante na conformação da trajetória da tecnologia da empresa, pois as necessidades de diferentes segmentos de clientes ganham um papel central. A empresa empreende diversas melhorias incrementais, com novas combinações e novas aplicações, buscando as oportunidades colocadas para si. Trata-se de customizar e melhorar produtos, diversificar e avançar, no âmbito do paradigma tecnológico estabelecido. É um “aprendizado por desenvolvimento” (que talvez possa ser tomada como equivalente à expressão *learning by developing* em inglês).

Observe-se que a velocidade das melhorias, e eventuais vantagens de localização de diversas naturezas, podem habilitar a empresa *latecomer* a se mostrar altamente competitiva com a empresa geradora e gestora da tecnologia inédita. Estando menos comprometida com investimentos em recursos e capacitações do passado, a empresa *latecomer* pode, eventualmente, conseguir “contornar” o concorrente já tecnologicamente estabelecido em certas situações, alcançando mercados ou nichos que este não tem como atender de forma lucrativa, particularmente se contar com vantagens oriundas de baixos custos locais de fatores (como mão-de-obra, quadros técnicos ou capital) ou uma regulação local particularmente favorável.

Como observado anteriormente, há diferentes formas de manter vantagem competitiva. O inovador secundário pode, justamente, “flanquear”, por assim dizer, o inovador primário, na medida em que encontre espaços de mercado que lhe são mais favoráveis e adequados aos seus recursos e capacitações.

O problema, para o caso de uma “inovação secundária padrão”, é que a tecnologia madura que lhe serve de base pode ser atropelada pelo surgimento de uma nova tecnologia, ou por reações de melhoria significativa por parte do inovador primário, o que levaria a empresa a recuar para posições competitivas inferiores, e se ver obrigada a aguardar enquanto o novo *design* dominante toma forma.

Já para o caso de uma “inovação secundária avançada”, as oportunidades de estabelecer vantagens competitivas são maiores, principalmente se combinadas com ganhos de mercado significativos – ou por atender a demandas específicas, por exemplo, do mercado doméstico; ou por atenderem a regulamentos governamentais (do governo central e/ou dos governos provincial ou da municipalidade, no caso chinês) que favoreçam inovações locais. De toda maneira, é a demanda que tem, novamente, um papel crítico na conformação da trajetória da tecnologia da empresa.

A velocidade no lançamento de inovações e melhorias, tipicamente associada a vantagens de localização particulares, pode, como já observado, habilitar a empresa *latecomer* a se mostrar altamente competitiva. Ao abrir caminhos efetivamente distintos, ainda que no âmbito do mesmo paradigma tecnológico, ela pode inclusive eventualmente sobrepujar seus rivais em alguns de seus próprios segmentos-alvo, com propostas de valor que, por exemplo, combinem atributos ‘bons o suficiente’ de qualidade com preços bastante competitivos.

Finalmente, no estágio de “Crise”, o modelo se refere a um momento em que, comprometida com sua trajetória própria de sucesso anterior, a empresa pode passar a operar como um sistema fechado, ignorando movimentos de mudança competitiva ou tecnológica na indústria e/ou de mudanças institucionais, entre outras, no ambiente de negócios.

Desafios oriundos de melhorias significativas pelo inovador primário (que domina as tecnologias de base); um novo paradigma tecnológico; novas demandas dos usuários; e/ou novos rivais e/ou substitutos; podem jogar a empresa para um ciclo vicioso de “trazer tecnologia → cair para trás → transferir (isto é, adquirir / trazer) tecnologia de novo”.

O “aprendizado transformacional”, necessário neste momento, se refere a um modo de aprendizado centrado no reconhecimento e entendimento de novos ambientes em formação, e na avaliação das alternativas para explorar, por exemplo, uma nova trajetória tecnológica emergente. Trata-se de desenvolver habilidades no sentido de rever e renovar a estratégia competitiva da empresa²⁶.

Neste sentido, o modelo do NIIM de fato desvela a pertinência, mesmo para empresas *latecomers*, das discussões contemporâneas associadas às formas de concretização das práticas de gestão subjacentes às “capacitações dinâmicas”, ainda que estas se centrem, usualmente, em temas da agenda de evolução das grandes corporações multinacionais.

5. Inovação secundária e a questão “inovação x cópia” na indústria chinesa

O crescimento continuado e veloz da economia chinesa, e, no âmbito deste, a conformação de uma demanda de graus crescentes de sofisticação e exigência, em mercados de larga escala, abriram e abrem a oportunidade para que, no contexto de uma competição acirrada, as empresas chinesas desenvolvessem e desenvolvam ciclos continuados de inovação secundária, aproximando-se competitivamente da fronteira tecnológica. E não necessariamente com processos, produtos e soluções iguais aos dos inovadores primários.

O crescimento da economia chinesa ao longo dos últimos 30 anos vem oferecendo a oportunidade para que as firmas chinesas evoluam ao longo do processo de acumulação de capacitações tecnológicas. De forma diferenciada por setor, as empresas, usualmente submetidas a duros processos competitivos em seu setor de atuação, seja com rivais domésticos, seja com corporações multinacionais, ou ambos combinados e parceiros, se vêem obrigadas a buscar ganhos de competitividade de alguma forma, seja reduzindo como podem seus custos, seja buscando de alguma forma diferenciar seus produtos e serviços. Operam no contexto de mercados de grande porte, o que as habilita à ambição por grandes escalas; e de um regime macro-econômico, de políticas públicas e regulatório em linhas gerais favorável a seu crescimento e desenvolvimento, além da promoção permanente, e mais fortemente a partir do ano 2000, da expansão da formação de quadros técnicos capacitados.

Alguns analistas se referem às “inovações incrementais” que ocorrem, por exemplo, no setor de eletrônica de consumo, onde as empresas chinesas, a partir de esforços de imitação e assimilação, “torcem” (*tweak*) a concepção do produto originalmente ocidental para adequá-lo aos mercados chineses²⁷.

A ideia de “incrementalidade” aparece várias vezes na literatura para nomear, com uma expressão familiar, o regime de inovação secundária. Porém, mesmo considerando que o alcance destas inovações é limitado, esta literatura já reconhece que os fluxos de caixa gerados pelas vendas destas adaptações retornam às empresas chinesas, que os aplicam em novos esforços de inovação tecnológica. A acumulação de aprendizado tecnológico, e a busca por ganhos marginais em diferenciação ou em custos, são entendidos como exigências da feroz competição existente no mercado doméstico chinês.

Se considerado este processo sob a ótica do modelo do NIIM, seria provavelmente possível, firma a firma, identificar não só o ganho incremental em desempenho, mas também o momento dos ciclos de inovação secundária em que a empresa estaria. E o quanto ela poderia estar não só se fortalecendo competitivamente para superar seus rivais domésticos,

mas também se preparando para o momento em que concorrentes estrangeiros, localizando seus produtos para o mercado local e montando operações que fizessem uso dos recursos e fornecedores locais, nivelassem o jogo. O que o modelo do NIIM destacaria é que, no processo de adequar seus produtos e processos ao contexto competitivo em que atuam, as empresas chinesas poderiam estabelecer percursos alternativos de desenvolvimento tecnológico e organizacional – isto é, inovando ao longo de uma outra trajetória que não a dominante. Com tal processo se consolidando, e tendo levado a empresa a constituir um conjunto de recursos singular, ela poderia vir a contar com uma base (de recursos) capaz de sustentar uma vantagem competitiva relevante.

Um primeiro caso interessante para ilustrar estas considerações é o da CHINT Electric Co., de Shanghai, uma especialista em equipamentos elétricos de baixa tensão, tais como transformadores e disjuntores²⁸.

Em sua origem a CHINT, sem capital para investir, se viu obrigada a pensar em como estruturar seu processo de produção de forma competitiva. Sua primeira fábrica foi dividida em duas áreas. De um lado estavam quatro linhas de produção totalmente automatizadas, com equipamentos avançados, operados apenas por dois operadores. A outra área foi ocupada por linhas centradas em trabalho manual, com milhares de postos de trabalhos.

Comparando a operação das linhas nas duas áreas, a Direção da CHINT verificou que apenas os custos de manutenção dos equipamentos automatizados eram quatro vezes maiores que o total da massa salarial dos trabalhadores que eles haviam substituído. Além disso, ao adotar o processo manual, a CHINT poupou cerca de USD 600.000 de investimento em cada linha.

A CHINT constatou também que as linhas automatizadas eram, na verdade, menos eficientes que as linhas manuais para produção em pequenos lotes, especialmente quando atendendo a demandas de customização. A partir daí, a evolução de suas operações centrou-se em encontrar o equilíbrio correto entre a automação e processos manuais, de forma que, assegurada a qualidade de seus produtos, conseguisse manter elevada flexibilidade em suas linhas para produzir variedade a baixo custo.

Se tivesse se detido neste processo de adequação, o caso da CHINT poderia ser entendido como um mero exemplo de exploração das vantagens do baixo custo do trabalho na China. Mas em um processo continuado de aprendizado e aperfeiçoamento, a CHINT entrou em uma trajetória de desenvolvimento de capacitações para produção de uma ampla variedade de produtos sem incorrer em custos mais elevados. Isto é, a partir de uma Aquisição do tipo 1, padrão, no processo de assimilação e melhoria, a CHINT entrou em uma trajetória alternativa de desenvolvimento tecnológico.

O processo de assimilação e melhoria ganhou a forma de esforços de engenharia reversa. As linhas automatizadas importadas da Europa e dos Estados Unidos eram desmontadas e sistematicamente analisadas. Toda vez que os engenheiros da CHINT encontravam uma etapa que podia ser melhor executada manualmente, eles a distinguiam e a descreviam no manual de procedimentos fabris, combinando a “nova solução” com o “entorno” automatizado. E, para assegurar os almejados ganhos em flexibilidade, seus engenheiros de produção também desenvolviam procedimentos para (re)combinar procedimentos e fluxos de processo rapidamente, de uma forma que seria impossível em linhas totalmente automatizadas.

Esta lógica de maximizar ganhos com a opção por trabalho manual foi estendida para área de compras: os insumos foram categorizados, de forma que aqueles que podiam ser ajustados pela força de trabalho manual fossem comprados mais barato, e só aqueles que iriam entrar diretamente nas linhas automatizadas seriam comprados sob elevados critérios de exigência (o que os encarecia).

A empresa desenvolveu sistemas de gestão e políticas de recursos humanos para incorporar novos empregados, treinando novos trabalhadores de forma sistemática, e desenvolvendo sistemas de incentivos específicos para engajar seu pessoal no aperfeiçoamento dos processos de produção. Ela também desenvolveu soluções de manufatura integrada por computador para apoiar sua estratégia de produção flexível a baixo custo, que cuidavam não só de coordenar os processos, mas também de acompanhar o desempenho individual dos trabalhadores.

A CHINT contabilizou investimentos em P&D da ordem de 5% de suas vendas em 2004. Neste ano, a CHINT já era a 5ª maior fabricante de produtos elétricos do mundo, com receitas de USD 1,5 bilhões. Em 2006, já eram de USD 2 bilhões²⁹.

A trajetória da CHINT sugere, inicialmente, uma vertente em inovação secundária padrão. A análise de alguns consultores americanos se referia a este tipo de opção tecnológica, em 2003, como sendo uma vantagem comparativa da produção chinesa (apenas) derivada do baixo custo da força de trabalho, onde se alcançava maior produtividade e lucratividade subtraindo judiciosamente capital e tecnologia do processo de produção, “retornando” (ou, talvez, como alguns poderiam dizer, “regredindo”) para processos mais trabalho-intensivos, deixados de lado por outras economias, devido aos custos crescentes do trabalho³⁰.

Entretanto, como observado, este “retorno” não se esgotou em si mesmo; não foi apenas um ajuste “custos relativos/solução tecnológica”. Mais adiante, ele mostraria ter sido ponto de partida para uma trajetória alternativa de inovação de produção, com a incorporação crescente de tecnologias específicas de produção e gestão adequadas a um determinado

sentido de superação de *trade-offs* – no caso, para sustentar uma posição competitiva centrada em variedade a baixo custo³¹.

Outra análise, agora da indústria de Tecnologia da Informação chinesa como um todo, concluiu que as firmas chinesas seguem hoje melhores em desenvolver e aprimorar produtos existentes do que em inventar novos. Mas, que, justamente, a China é a líder mundial em inovação de produtos e processos “de segunda geração” ou de “segunda ordem” (os autores chegam a utilizar a expressão “inovação secundária”, mas, curiosamente, não citam os autores do NIIM). E que esta vantagem competitiva particular das firmas chinesas, oriunda de suas capacitações acumuladas para inovação secundária, diante do amplo e dinâmico mercado em que atuam, já é relevante e sustentável para o médio e longo prazo, no contexto da fragmentação espacial das indústrias de produtos e serviços vigentes no mundo contemporâneo³².

Observe-se que não é esta, entretanto, a percepção do governo chinês. O Plano Nacional de Médio e Longo Prazo para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia 2006-2020, e o 12º Plano Quinquenal, de março de 2011, apontam, pode-se dizer, para um conjunto de políticas e iniciativas para superação desta realidade³³. Mas não deixa de ser relevante que um estudo sério e extenso reconheça a proficiência alcançada pela indústria chinesa (no caso, de Tecnologia da Informação) em “innovar secundariamente”, e que tais capacitações se mostrem, em seu julgamento, base de sustentação para uma sólida posição competitiva.

6. Inovação secundária e trajetórias tecnológicas alternativas

Algumas firmas chinesas, em busca de abordagens tecnológicas que lhe permitissem alcançar posições competitivas adequadas ao seu mercado doméstico, seguiram, nos termos do modelo do NIIM, trajetórias de inovação secundária não ao longo de tecnologias que se tornaram dominantes no Ocidente, mas sim buscando evoluir a partir de tecnologias “deixadas de lado”.

Este tipo de “inovação secundária” também pode se mostrar “padrão”, quando oriunda de tecnologias maduras estagnadas; ou “avançada”, quando uma potencial trajetória em conformação não é ensaiada ou tentada por firmas dominantes do setor, que optam por outras vertentes de desenvolvimento tecnológico, e acaba sendo o rumo escolhido pelo “inovador secundário”.

Por exemplo, há o caso da produção de magnésio, material usado em uma liga utilizada em partes de motores³⁴. Em meados dos anos 90, uma empresa produtora de magnésio de Nanjing enfrentou a escolha entre duas tecnologias de produção: uma, um processo eletrolítico no estado da arte, de alto custo; a outra, uma tecnologia mais antiga, um processo

térmico mais barato, mas bem menos eficiente no uso de energia. A empresa escolheu o processo térmico, não só por ser uma tecnologia mais barata, mas também porque as exigências da tecnologia eletrolítica em termos de recursos humanos qualificados e de qualidade no provimento de energia eram bem mais elevadas.

A empresa comprou uma planta japonesa antiga, e esta foi levada e remontada em Nanjing, com a ajuda de engenheiros japoneses. Estes engenheiros também ensinaram seus colegas chineses a operar a planta.

O sucesso inicial da operação levou vários concorrentes chineses locais a buscar aprender a construir uma planta semelhante. Rapidamente, a capacidade instalada começou a decolar, e uma competição acirrada se estabeleceu entre os vários fabricantes.

Na busca por reduções de custo, as empresas chinesas concorrentes aperfeiçoavam como podiam suas linhas de produção. O design do forno foi simplificado, reduzindo custos de construção; e modificações no processo foram introduzidas em busca de ganhos de eficiência energética. Na ausência de qualquer proteção à Propriedade Intelectual naquele setor, essas melhorias se difundiam rapidamente entre os competidores.

Ao longo desta trajetória, a eficiência geral do processo melhorou dramaticamente: por exemplo, o consumo de minério e de energia caiu 35-40%, e o de carvão caiu 60%. Os custos chineses de produção se tornaram os menores do mundo, e a produção quintuplicou entre 1996 e 2005. A China se tornou a produtora de 80% do magnésio do mundo.

O duro processo competitivo retirou os menos eficientes do mercado e o setor se consolidou. O número de concorrentes recuou para 1/3 do total alcançado no auge, e os remanescentes buscavam migrar para atividades de maior valor agregado, tal como produzir autopeças fundidas de magnésio.

Esta compra de tecnologia estrangeira seguida do aprendizado de “como operar”, e posterior esforço constante de aperfeiçoamento, no contexto de uma crescente economia de escala, levando a lucros que retro-alimentam este aprendizado e este crescimento, são típicas do processo concreto de inovação secundária na indústria chinesa. No caso aqui, ao longo de uma trajetória tecnológica alternativa à que se mostrava como a “fronteira” na gênese do movimento.

Um outro caso é o da DAWNING Information Industry , outra empresa a adotar uma trajetória alternativa³⁵. Ao conceber seu primeiro supercomputador, o DAWNING No.1, a empresa optou por assumir como dada a tecnologia existente de micro-processadores, fabricados por empresas como a Intel, a Motorola e a AMD norte-americanas, e explorar a possibilidade de alcançar desempenhos superiores através de uma combinação destes processadores, a então nascente tecnologia de computação paralela.

Desenvolvendo seu próprio *firmware* e usando o Unix como sistema operacional, o DAWNING No.1 combinava quatro Motorolas 88000. O desempenho superior alcançado derivava da maneira como os *chips* interagiam uns com os outros. O resultado foi um supercomputador mais barato, não só em termos de custo de concepção (afinal, ele combinava partes padronizadas de *hardware*), mas também por ser desenvolvido por um P&D formado por engenheiros que custavam cerca de 1/5 dos seus equivalentes nos países desenvolvidos.

Em sua trajetória, a DAWNING passou a direcionar seus esforços de desenvolvimento tecnológico com base nas necessidades de seus clientes. Buscou desenvolver o desempenho de seus supercomputadores ao longo de quatro dimensões: ‘escalabilidade’; usabilidade; torná-los mais gerenciáveis; e disponibilidade. Em 2001, ela já tinha projetado e vendido 2.000 supercomputadores. Em 2007, o DAWNING 3.000 já era considerado um produto de classe mundial.

Em 2008, o DAWNING 5000A foi listado como 10º supercomputador mais rápido do mundo. Em Junho de 2010, seu computador Nebulae foi listado como o 2º mais veloz do mundo³⁶.

Com base na tecnologia de cluster de processadores, para a qual se moveu desde cedo, a DAWNING avançou para perto da fronteira da computação de alto desempenho. Com foco centrado na redução de custos, o sentido de sua pesquisa em alta tecnologia foi de procurar gerar soluções mais baratas, e não mais complexas. Isto também diferenciou sua trajetória, e a colocou em posição de oferecer propostas de valor de potencial disruptivo.

A DAWNING já anunciou que em algum momento ela chegará à fronteira do que se pode fazer com combinações de chips, e terá que apontar para um salto radical em concepção e design de *chips*. Mas já fará isso como um *player* relevante na indústria mundial.

Vale citar, neste contexto, seu presidente, Li Guojie, também membro do Instituto de Tecnologia da Computação (ICT, na sigla em inglês) da Academia de Ciências Chinesa (CAS, na sigla em inglês)³⁷:

“Nosso espírito de inovação é evitar seguir o mesmo caminho que os líderes da indústria global. Nós nunca vamos alcançar as grandes multinacionais se seguirmos as suas estratégias. Você não pode saltar sobre alguém (leapfrog) quando você está seguindo os outros no mesmo sentido. Você tem mais chances de passar à frente quando a indústria está a enfrentar uma transição tecnológica e você escolhe uma direção diferente. Nós escolhemos trabalhar com uma tecnologia diferente e com produtos diferentes”.

Nos termos aqui considerados, a DAWNING aproveitou a oportunidade colocada pelo nascimento de uma trajetória tecnológica alternativa, desde o início, e investiu em aprender e melhorar o que esta opção lhe abria como caminho. Centrada em buscar soluções de menor custo, ela conseguiu chegar a escalas relevantes e avançar seus produtos para patamares de desempenho competitivo com a fronteira da indústria global. As perspectivas anunciadas para evolução da empresa sugerem que ela avalia que caminha para acumular “músculos” (financeiros e operacionais) e “cérebro” (capacitações tecnológicas) suficientes para pesquisar e desenvolver novas tecnologias – isto é, para gerar inovações primárias.

7. Arquiteturas abertas e quase-abertas: “modularização” e inovação secundária

O processo de “modularização” das arquiteturas de produtos³⁸ – e, de forma análoga, de processos – propicia também oportunidades para empresas promoverem inovações secundárias.

Uma “arquitetura” pode ser definida como um esquema pelo qual a função de um produto é distribuída por componentes físicos, e no contexto da qual os componentes interagem. No processo de projetar o produto, cada parte é definida pela sua função, mantida a preocupação de assegurar sua interface com as demais. Portanto, três aspectos precisam ser levados em consideração em uma arquitetura:

- a. O arranjo dos elementos funcionais;
- b. O decalque dos elementos funcionais em componentes físicos;
- c. A especificação das interfaces entre os componentes físicos. Estes componentes físicos são os “módulos”³⁹.

Quando há uma inovação primária na concepção arquitetônica de um produto, são as novas funcionalidades propiciadas pela nova arquitetura que impulsionam a demanda. Tipicamente, na fase inicial de introdução e lançamento do novo produto, a taxa de inovação permanece alta, com diversas empresas buscando lançar novas soluções e arranjos. Existe elevada incerteza tecnológica, e o mercado ainda está imaturo. Sem uma trajetória tecnológica dominante ou de referência, é difícil escolher que tecnologia adquirir, assimilar e melhorar.

À medida que o mercado amadurece, e a arquitetura do produto ganha estabilidade (começa a tomar forma um design dominante), pode ser que algumas empresas vejam a oportunidade de desenvolver estruturas modulares para seus produtos.

Observe-se que tal modularização não necessariamente conduz a arquiteturas abertas. Não há equivalência direta entre uma arquitetura ser “integral” ou “modular”, e ser “fechada” ou

“aberta”. Uma arquitetura integral é tipicamente “fechada”, por definição (e bem mais difícil de imitar). Uma arquitetura modular pode ser “fechada” ou “aberta”.

A abertura ou fechamento de uma arquitetura modular refere-se ao grau de padronização das interfaces entre componentes ao nível do setor industrial. Em uma arquitetura modular aberta, as interfaces são padronizadas, e conhecidas pelo setor industrial. É uma situação que favorece o poder de barganha do comprador, já que tipicamente ela abrirá espaço para um maior número de fornecedores. O *trade-off* é que estes poderão servir também a concorrentes.

Em uma arquitetura modular fechada, a empresa dona da arquitetura é proprietária das especificações das interfaces e do conteúdo dos módulos. As regras de projeto e a informação necessária são padrões na empresa, mas não no setor industrial. Esta situação tende a levar a empresa a um maior grau de verticalização. Se a ela optar por terceirizar parte da produção de seus componentes, os módulos serão tipicamente demandados especificamente a um ou dois fornecedores, e a firma líder comandará uma rede fechada de suprimento⁴⁰.

No caso de uma arquitetura estável e aberta, há a possibilidade de empresas *latecomers* promoverem recombinações e redesenhos de partes, apostando em suas habilidades de oferecer uma oferta variada a baixo custo. Entretanto, há limites competitivos claros para tal tipo de inovador secundário. O caso de telefones celulares na China, de 1998 a 2006, serve para ilustrar a questão⁴¹.

O projeto de telefones celulares era uma capacitação conhecida por poucas empresas multinacionais no âmbito do mercado chinês. Durante anos três grandes produtores – MOTOROLA, NOKIA e ERICSSON – controlaram cerca de 80% do mercado doméstico chinês, enquanto outros fabricantes estrangeiros, incluindo a PHILIPS, ALCATEL, SIEMENS e SONY, ocupavam o resto. As empresas chinesas só começaram a entrar no mercado em 1998, e com muita dificuldade. O rápido ciclo de inovação em produto dificultava sua participação.

A partir de 2000, entretanto, a tecnologia amadureceu. A cadeia de suprimento foi se fragmentando em fornecedores de diversos módulos, incluindo circuitos de radiofrequência, *chips* e *softwares* aplicativos. As interações entre cada um destes módulos se encontravam regidas por um conjunto de normas de codificação disponível. Isso significava que novos entrantes podiam lançar um telefone através da decomposição e recombinação de módulos para criar um produto distinto. Apareceram inclusive firmas internacionais que vendiam o serviço de prover a base tecnológica para permitir a recombinação de módulos⁴².

As empresas chinesas aproveitaram a oportunidade aberta pela modularização. Empresas como a NINGBO BIRD e a TCL lançaram telefones centrados na combinação de módulos de terceiros, com a ajuda das firmas estrangeiras de projeto⁴³.

Em 2002, o ambiente competitivo tinha mudado completamente. Nessa nova situação, as empresas chinesas, centradas em propostas de valor de menor preço, lançaram uma variedade de modelos alternativos. Em dezembro de 2003, o mercado doméstico chinês contava com 760 modelos diferentes, na sua maioria provenientes dos concorrentes chineses locais. O ciclo de mudança de modelos também se tornara mais rápido, com novos modelos chegando a cada 6 meses no mercado.

Esta situação, entretanto, durou pouco. As corporações multinacionais – notadamente, NOKIA, MOTOROLA E SAMSUNG – que dominavam as tecnologias de *hardware* e *software* subjacentes à telefonia celular, recuperaram o controle do mercado, introduzindo novos *softwares*, estabelecendo um sistema de distribuição redesenhado, e adotando uma política agressiva de preços. Este já era o quadro em 2006⁴⁴. Esta foi uma situação em que ficaram evidentes os limites da inovação secundária *per se* como fonte de sustentação de posicionamento e vantagem competitiva.

Outro ponto refere-se ao grau de abertura de uma arquitetura de produto. Como visto, tal abertura habilita à conformação de uma rede de fornecedores. Tipicamente, seria uma decisão da empresa projetista definir suas opções quanto à abertura ou não de sua arquitetura.

Existe, porém, o caso em que a arquitetura de um produto pode ser tornada “quase-aberta”. Nela, a capacitação acumulada por fornecedores no sentido de promover uma “re-inovação-por-ajustes” de partes encomendadas por empresas para um produto originalmente de arquitetura modular “fechada”, abre espaço para compra e combinação de tais partes ajustadas por outros compradores. A arquitetura do produto deixa de ser estritamente “fechada”, pois estes outros compradores poderão comprar versões modificadas / re-concebidas das partes, e compor, por uma combinação inédita de diferentes partes, os seus próprios produtos⁴⁵.

Dito de outra forma, a capacitação para inovação secundária padrão por parte de fornecedores de partes e componentes (de módulos) lhes permite ofertar seus produtos para diferentes compradores, e não apenas para a empresa responsável pela concepção e encomenda original. Estes compradores, então, podem desenvolver sua própria inovação secundária, pela recombinação de partes e peças ajustadas, de diferentes origens, resultando em produtos inéditos.

Neste sentido, pode-se considerar que, a medida que compradores multinacionais buscaram encontrar e localizar na China fornecedores de partes e peças, eles também abriram a possibilidade para que inovadores locais, pela recombinação de tais partes e peças, no contexto de potentes exercícios de engenharia reversa por parte de fornecedores e compradores, desenvolvessem produtos próprios⁴⁶. Eventualmente, desenvolvendo módulos do produto com projeto próprio, justamente aqueles que forem os módulos definidores de diferenciais do seu produto⁴⁷.

Neste contexto, observe-se também a ampla disponibilidade de fornecedores, em particular no delta do Rio Pérola, como fonte de competitividade central para a indústria metal-mecânica na China. O mesmo vale para a indústria eletrônica na China em geral⁴⁸.

Pode-se ainda depreender, à luz do modelo do NIIM, que a difusão das arquiteturas modulares abertas (e aquelas tornadas quase-abertas), e a correspondente rede disponível de fornecedores, teriam o potencial de abrir oportunidades, inclusive, para inovações secundárias avançadas. Estas poderiam ser baseadas na decomposição e recombinação de partes e peças, sob a égide de arquiteturas inéditas, ainda que estas emulassem concepções e tecnologias desenvolvidas por empresas mais avançadas.

Ou seja, concepções inéditas, mas não originais. Realidade esta que parece estar no âmago na sensação de fragilidade competitiva para o longo prazo que parece informar a grande política em curso de promoção da “inovação autônoma” no país⁴⁹.

8. Um Modelo de Gestão da Inovação

Associado à discussão sobre a estratégia tecnológica em torno da perspectiva de ciclos continuados de inovação secundária crescentemente sofisticada, ambicionando um dia chegar a inovações primárias/originais, para sedimentar forte posição competitiva, foi possível observar, em estudo exploratório na República Popular da China, em termos de gestão estratégica da tecnologia e da inovação, certas linhas gerais de atuação em algumas empresas chinesas bem sucedidas⁵⁰. Segue-se uma apresentação destes elementos.

- 1) Forte interação com clientes para aprender e orientar esforços de inovação, num processo de inovação marcadamente “puxado pelo mercado” (*market-led*). Desta forma, os produtos e serviços criados podem ser rapidamente levados a mercado, e terem os investimentos que carrearam recompensados em prazos relativamente curtos. Alimentando, assim, um novo ciclo de inovação secundária.
- 2) Desdobrado de (1), vem a constituição, por parte das empresas, de amplas redes de relacionamento, com relações cada vez mais densas e aprofundadas, com seus clientes, com o sentido de um “aprendizado por interação” (*learning by interacting*)⁵¹,

que as leva inclusive a precisar de rupturas (*breakthroughs*) em design, ou mesmo eventualmente tecnológicas, para poder atendê-los a contento.

- 3) Base própria de P&D e Engenharia sendo conscientemente cultivada desde as origens da empresa, com perspectivas de concorrer inovando como possível, assumida desde o início como fundamental para a competição global (ainda que a perspectiva de uma tal competição estivesse distante). Busca por trajetórias tecnológicas e competitivas próprias – talvez o termo mais apropriado fosse “soberanas” – no contexto da competição no setor.
- 4) Investimento continuado em capacitações tecnológicas: fortalecimento do P&D&E interno, e de sua integração com outras funções, tais como marketing, vendas e produção; redesenho continuado dos processos de negócio associados a estas operações de engenharia e inovação, buscando reduções de prazos e custos operacionais sem perda de qualidade nos resultados; estabelecimento de Centros de Pesquisa – inicialmente, na própria China, e, depois, na medida do possível, no mundo.
- 5) Busca por identificação e incorporação das melhores práticas e soluções organizacionais (no mundo) de Gestão Tecnológica.
- 6) Estabelecimento e execução de projetos continuados de transferências de tecnologia, contratadas e conduzidas com forte esforço de aprendizado e absorção, com um sentido de acumulação de conhecimentos e habilidades.
- 7) Forte ligação do P&D&E das empresas com Universidades e Institutos de Pesquisa de forma diretamente orientada pelas demandas identificadas nos mercados-clientes-alvo das empresas – no contexto de forte apoio governamental à conformação de instituições e mecanismos para aproximação e agilização da relação entre tais instituições de conhecimento e as empresas, incluindo a promoção de institutos tematicamente focados e a formação de empresas *start-ups*.
- 8) Sistemas de incentivo e remuneração para seu pessoal tecnológico que procuram mimetizar as pressões do mercado, e os grandes ganhos associados em caso de sucesso, tanto para os empregados individualmente, em particular as lideranças de projetos, quanto para os quadros de suas equipes chave.

Em suma, o eixo central deste “modelo de gestão da inovação genérico” está na articulação entre um processo continuado de inovação guiado por demandas específicas identificadas no mercado (segmentos/nichos definidos – *market-led*), apoiado por um aparelho interno de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia integrado à organização como um todo, altamente motivado por políticas gerenciais específicas, que se sofisticam na medida que a empresa se

desenvolve, e que conta com uma forte e fácil interação com instituições de conhecimento (Universidades, Institutos de Pesquisa).

Este processo tem como base as premissas, assumidas muitas vezes no ato mesmo de fundação das empresas, que:

a) precisam inovar para serem competitivas e poderem se expandir, em um mercado doméstico crescente mas de concorrência acirrada;

b) enfrentarão em algum momento uma forte concorrência global – isto é, inclusive competidores multinacionais;

c) e que podem e devem usar projetos de transferência de tecnologia como fontes de aprendizado continuado e cumulativo, no contexto de suas ambições como empreendimento.

Cabe destacar o alinhamento de um tal ‘modelo de gestão da inovação’ com a essência do conceito de inovação secundária.

Por não ser original, o tipo de esforço de pesquisa associado a esta não aborda o avanço da fronteira do conhecimento em si, de uma forma geral, mas a assimilação, refinada que seja, dos paradigmas tecnológicos pertinentes em vigor. É um processo de *catch up* puxado pela demanda (*demand-pull*), em que se vai (bem) além da imitação/reprodução pura e simples, mas que pára na ante-sala de conformação da empresa capaz de “comandar” ou “ditar as regras” de um mercado. Embora os fatos evidenciem a adequação deste modelo e desta estratégia ao processo de amadurecimento tecnológico e competitivo das empresas chinesas, eles claramente guardam limitações intrínsecas diante das aspirações nacionais chinesas por se tornar uma grande potência tecnológica e industrial.

9. O “dilema da inovação secundária” e as aspirações da República Popular da China

Uma das primeiras considerações que o caso do desenvolvimento recente da China sugere vai no sentido de repensar o papel da promoção da inovação primária no desenvolvimento de um país. Mais de um observador reconheceu, na potente dinâmica de inovação secundária chinesa, uma forma consistente de difusão de tecnologia por todo o tecido econômico – sendo o valor criado por esta ampla “utilização de tecnologia” muito maior do que aquele apropriado por seus produtores⁵².

De par com este tipo de consideração vem a perene questão sobre a questão da Propriedade Intelectual na China. Publicações em inglês se referem à já mencionada “torcidinha” (*tweak*) para ajustar concepções e tecnologias ocidentais ao mercado doméstico chinês, algumas vezes como apropriação indébita e ilegal de Propriedade Intelectual⁵³; outras reconhecendo

que, no contexto da feroz competição nos mercados domésticos chineses, esta dinâmica de “empréstimo de ideias” é “inevitável e irrefreável”⁵⁴.

É unânime, porém, o reconhecimento que esta “utilização de tecnologia” comporta enorme esforço coletivo de inovação, “incremental” em uma leitura usual, “secundária” no modelo do NIIM – justamente por este modelo estar preocupado em qualificar com melhor acurácia e precisão a forma e a velocidade do longo processo de *catch up* conduzido pelas empresas chinesas⁵⁵.

Os ganhos de produtividade da economia chinesa, no contexto de seu espetacular crescimento, comportam perguntas sobre a centralidade do papel que as inovações originais, primárias, cumprem no desenvolvimento de um país. Não está a China se desenvolvendo com base em inovações secundárias? Será que não seria o caso de dar tempo ao tempo, e deixar o próprio mercado doméstico chinês, ou a exportação e a multi-nacionalização de algumas firmas chinesas, dar conta de puxar um esforço mais consistente de P&D?

Em outras palavras, critica-se a ideia de que seria preciso ter inovações do tipo “Vale do Silício” acontecendo por toda parte para um país poder se desenvolver. Disso decorrendo críticas implícitas ao sentido mais geral dos esforços governamentais em promover políticas quase agressivas para promoção de um salto tecnológico no país. O “mercado” equacionaria o problema no “seu devido tempo”⁵⁶.

Análises como as do NIIM reconhecem que o motor a guiar o sentido deste processo de inovação é (ou ‘foi’, em alguns poucos casos de empresas chinesas que se multi-nacionalizaram), por um lado, a baixa disponibilidade de competências e quadros dentro e fora das empresas; e, de outro, a natureza da demanda do mercado doméstico chinês. Incluindo-se aí suas dimensões, suas exigências específicas, e seu baixo poder aquisitivo.

O contexto institucional também teria sido indutor de inovações mais voltadas para o curto prazo. Mesmo as empresas estatais se inserem no ambiente de multiplicidade de Planos e Normas, e no processo político complexo de migração da economia planificada para a de mercado. A incerteza é inerente a esta caminhada, e, por não ter segurança de para onde o quadro regulatório migraria, muitas empresas preferiram assegurar seus mercados no curto prazo⁵⁷.

Outros salientam o contexto institucional como um todo e a própria opção de estratégia competitiva pelas empresas. Elas teriam se formado “oportunistas”, concorrendo em preço, sendo motivadas por considerações de curto prazo, diante do comportamento da demanda⁵⁸.

Desde o ponto de vista da empresa chinesa neste texto aqui estilizada⁵⁹, ela vive o drama do “dilema da inovação secundária”⁶⁰: seu ciclo vitorioso de repetidas aquisições, assimilações e melhorias a leva a desenvolver capacitações adequadas ao próprio processo de “inovar

secundariamente”. O mercado alimenta seu sucesso nesta trajetória, e a Direção da empresa não vê como escapar deste ciclo, mesmo reconhecendo os riscos de rivais mais poderosos (tipicamente, estrangeiros) trazerem novas tecnologias, e a levarem a recuar a patamares inferiores de desempenho (por exemplo, comprimindo ainda mais suas margens de lucro).

A própria interpretação do que seja uma “inovação autônoma” ganha materialidade, neste contexto, como sendo uma forma de decidir por si, e executar com seus próprios meios, seu processo de inovação secundária. No depoimento de um empreendedor do Delta do Rio Pérola⁶¹:

“Se eu fizer uma coisa como este cinzeiro, então todo mundo pode fazer também. Você precisa definir seu produto para conseguir uma vantagem. Então nós precisamos inovar. Mas “inovação autônoma” (indigenous innovation) realmente quer dizer “encontre uma necessidade de mercado e use suas próprias habilidades para atendê-la, não por cópia nem por roubo”. Então, para nós, OEM (contratos em que se executa a produção de um produto projetado pelo cliente) é realmente uma atividade inovadora; pode haver alguns requisitos do cliente, mas eles não nos dão os detalhes, então eu posso fazer algumas sugestões que vão agradar o cliente. Eles podem nos dar então melhores preços. O pessoal chinês é realmente bom em melhorar as coisas dos outros. Quando você me dá uma ideia, dela nós podemos fazer duas ou três.”

“Antes de começar esta empresa, eu estava na Academia Chinesa de Ciências (CAS). Quando vim para indústria, eu rapidamente aprendi que, quão mais avançada a tecnologia, menos provavelmente os produtos entram no mercado, pelo menos no timing certo. Existem três altos: alto preço, alta tecnologia e altos prazos. Estes são os três “altos” que as pessoas temem. Trinta anos atrás, a tecnologia de comunicação sem fio seria inacreditável, mas agora é realidade. Se você tivesse tentado desenvolvê-la trinta anos atrás, teria custado muito e você teria falhado”.

Esta *weltanschauung* estratégica parece estar fortemente incorporada pelos gerentes do tecido produtivo chinês. Foi o que aprenderam a fazer, e muitas empresas o fazem muito bem.

Vários problemas decorrem, entretanto, dessa situação. A entrada nos mercados externos é um deles. O drama do sucesso local não permitir vãos mais elevados talvez possa ser resumido em uma imagem de Jack Ma, do Alibaba Group, em sua rivalidade acirrada com o norte-americano eBay⁶²:

“Ebay pode ser um tubarão no oceano, mas eu sou um crocodilo no rio Yang Tze. Se lutarmos no oceano, nós perdemos. Se lutarmos no rio, nós ganhamos”.

Como poderão as empresas chinesas sair de seus rios para os oceanos dos mercados mundiais? E como poderão, poder-se-ia perguntar, evitar que os tubarões um dia aprendam a nadar e caçar no Yang Tze?

É contra este pano de fundo que as proposições das políticas pró-inovação do governo chinês podem, em alguma medida, ser entendidas. E que a hipótese de que processos de inovação secundária permeiem as empresas chinesas seja considerada como uma referência para estudos sobre as empresas chinesas.

O sentido do atual conjunto de políticas tecnológicas do Estado chinês pode ser lido como o de promover um deslocamento do padrão de inovação das empresas chinesas. Em particular, naquelas que praticam inovação secundária avançada para a inovação primária. Este parece ser um dos aspectos-chave que os governos em Beijing e nas províncias almejam mudar. O governo chinês não quer esperar que as empresas mudem “no seu devido tempo”, mas sim continuar “puxando” a trajetória de crescimento e desenvolvimento que coordenou nos últimos 30 anos.

10. Implicações para o Brasil

Os aspectos do história industrial chinesa recente aqui ressaltados e estilizados sugerem alguns elementos para a discussão sobre gestão da inovação no Brasil.

O reconhecimento como virtuoso do processo cumulativo de ciclos continuados de inovação secundária, com vistas à uma crescente capacitação tecnológica capaz de chegar às fronteiras de inovações primárias, poderia trazer algum equilíbrio e senso de propósito para estratégias tecnológicas de diversas empresas de médio e grande porte.

Desdobrado deste, um modelo de gestão de operações para inovação centrado no atendimento mercadologicamente inteligente à demanda, e apoiado em uma forte identidade tecnológica da organização, poderia servir à constituição de um tecido competitivamente mais robusto.

O discurso sobre inovação no Brasil tipicamente chega ao tecido industrial de forma diretamente derivada da produção acadêmica e jornalística centrada na agenda norte-americana e europeia, seja em termos de suas conquistas e problemas internos, seja em como lidam com a concorrência japonesa e, mais recentemente, com a eclosão competitiva das multinacionais sul-coreanas e algumas asiáticas como a chinesa HUAWAI.

Verdade que vivemos o drama de aspirar estar já na fronteira tecnológica, com líderes nacionais como a PETROBRAS em águas profundas a revelar este futuro como possível. Mas pouquíssimas empresas nacionais tiveram uma história ou podem aspirar montar um complexo de P&D&E como o CENPES e desenvolver atividades de projeto como as das áreas de negócio da PETROBRAS. A gestão de operações para inovação no Brasil precisa conformar uma narrativa própria sobre seu papel e sentido, e um conjunto de abordagens e técnicas que sirvam ao avanço amplo do tecido industrial, no contexto concreto em que as empresas operam.

Um movimento de tal tipo foi possível nas atividades de produção, no que se refere ao que Castro e Proença denominaram em 2001 de “*catch up* produtivo”, ocorrido nos anos 90; mas o que então os autores denominaram como “*catch up* estratégico” não se concretizou desde então, frustrando a expectativa otimista dos autores à época⁶³. Talvez pela ausência, entre outros, de condições macro-econômicas, infra-estruturais e de design institucional adequadas, e, novamente talvez, pela ausência de uma visão mais clara das especificidades estratégicas das empresas e das necessidades de soluções de gestão para inovação para o contexto nacional.

Um dos desafios para a Engenharia de Produção do Brasil parece estar, portanto, em acelerar seu processo de criação e engajamento no desenvolvimento e difusão de soluções em gestão da inovação, como o que empreendeu e conseguiu em gestão da produção. Que este breve ensaio sobre o histórico chinês sirva para informar este debate.

NOTAS

¹ PROENÇA, Adriano (coord.); HABERT, Claudio; AREDES, Mauricio; CAMARGO JR., Sergio de Souza. Tecnologia e Competitividade em Setores Básicos da Indústria Chinesa: estudos de caso. Mimeo, SAE/PR-COPPE/UFRJ, 2 vols., Julho de 2011.

² GHEMAWAT, Pankaj. *Strategy and the Business Landscape*. Addison-Wesley, Reading, 1999.

³ A definição que se segue é baseada em PETERAF, Margaret A.; BARNEY, Jay B. Unravelling the Resource-Based Tangle. *Managerial and Decision Economics*, v.24, pp. 309-323, 2003. Filia-se à assim chamada “visão baseada em recursos” da disciplina de Gestão Estratégica.

⁴ Ou “competidor marginal”, na definição formal por PETERAF, Margaret A.; BARNEY, Jay B. Unravelling the Resource-Based Tangle. *Managerial and Decision Economics*, v.24, pp. 309-323, 2003.

⁵ Ou seja, o valor criado é aqui sinônimo do conceito de excedente total, em que o excedente para o produtor se soma ao excedente para o consumidor.

⁶ BURGELMAN, Robert A.; CHRISTENSEN, Clayton M.; WHEELWRIGHT, Steven C. *Strategic Management of Technology and Innovation*, 5a. ed., New York: McGraw Hill/Irwin, 2009.

⁷ Estes são os critérios clássicos da chamada Visão-Baseada-em-Recursos (VBR) em Estratégia Empresarial. Confira, em particular, PETERAF, Margareth. The Cornerstones of Corporate Advantage: a Resource-Based View. *Strategic Management Journal*, pp. 179-91, 1993.

⁸ A discussão sobre apropriabilidade complementa a da VBR tradicional, no sentido de destacar o alcance do controle pela firma de seus recursos críticos. Confira COLLIS, David; MONTGOMERY, Cynthia. *Corporate Strategy*. Chicago: Irwin/McGraw Hill, 1997 e GHEMAWAT, Pankaj. *Strategy and the Business Landscape*. Addison-Wesley, Reading, 1999.

⁹ Neste texto, adotou-se traduzir a expressão “capabilities” por “capacitações”, de forma a prevenir a confusão eventual que o termo “capacidade” pode gerar entre “capacity” (um potencial) e “capability” (uma habilidade manifesta). O termo “capacity” é traduzido como “capacidade”.

¹⁰ Esta definição acompanha em linhas gerais a de CHISTENSEN, Clayton M.; KAUFMAN, Stephen P. Assessing your Organization’s Capabilities: Resources, Processes and Priorities. In: BURGELMAN, Robert A.; CHRISTENSEN, Clayton M.; WHEELWRIGHT, Steven C. *Strategic Management of Technology and Innovation*. 5a. ed., New York: McGraw Hill/Irwin, 2009.

¹¹ Para esta distinção, confira por exemplo FIGUEIREDO, Paulo N. *Gestão da Inovação*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

¹² BURGELMAN, Robert A.; CHRISTENSEN, Clayton M.; WHEELWRIGHT, Steven C. *Strategic Management of Technology and Innovation*. 5a. ed., New York: McGraw Hill/Irwin, 2009.

¹³ Conceito inicialmente proposto por TEECE, David; PISANO, Gary; SCHUEN, Amy. “Dynamic Capabilities and Strategic Management”. *Strategic Management Journal*, v. 18, p. 509-533, 1997.

¹⁴ TEECE, David. *Dynamic Capabilities & Strategic Management*. Oxford: Oxford University Press, 2007.

¹⁵ Para um detalhamento deste ponto, confira PROENÇA, Adriano. Capacitações Dinâmicas e o Dinamismo das Capacitações. Em *I Encontro de Estudos em Estratégia*; Volume:1; Fascículo:1; Série:1; ANPAD; Curitiba -PR; 2003.

¹⁶ Esta seção do capítulo se apoia basicamente em XIAOBO, Wu; MA, Rufe; XU, Guannan. Accelerating Secondary Innovation through Organizational Learning: a case study and theoretical analysis. *Industry and Innovation*. v. 16, n. 4-5, pp. 389-409, out. 2009 e em QINGRUI, Xu; ZHU Ling; ZHENG, Gang; FAGRUI, Wang. Haier’s Tao of Innovation: a case study of the emerging Total Innovation Management Model. *Journal of Technology Transfer*, v. 32, pp. 27-47, 2007.

¹⁷ No sentido de ser uma empresa que “chegou atrasada”, ou “tardiamente”, à indústria em que atua.

¹⁸ MATHEWS, John. Competitive Advantages of the latecomer firm: a resource-based account of industrial catch-up strategies. *Asia Pacific Journal of Management*, v. 19, n. 4, pp. 467-488, 2002.

¹⁹ Como notoriamente apresentado por KIM, Linsu. *Imitation to Innovation – The Dynamics of Korea’s Technological Learning*. Boston: Harvard Business School Press, 1997. A diferença aqui será que Wu Xiaobo e Xi Qingrui focam sua atenção na trajetória concreta de empresas individuais, atentando para relação entre sua estratégia tecnológica e e sua evolução competitiva. O modelo de Linsu Kim pretende, antes, ser uma descrição estilizada da forma de desenvolvimento tecnológico dos países em desenvolvimento.

²⁰ Considerações de XIAOBO, Wu; MA, Rufe; XU, Guannan. Accelerating Secondary Innovation through Organizational Learning: a case study and theoretical analysis. *Industry and Innovation*, v. 16, n. 4-5, pp. 389-409, out. 2009 a partir de ponderações de FAGERBERG, J. Innovation: a guide to the literature. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.C.; NELSON, R.R. (Eds). *Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2005. Também estão referidas as discussões constantes em HOBDA, M. Firm-level innovation models: perspectives on research in developed and developing countries. *Technology Analysis & Strategic Management*, 17(2), pp. 121-146, 2005; e, como já observado, KIM, L. *Imitation to Innovation: The Dynamics of Korea’s Technological Learning*. Cambridge, MA: Harvard Business School Press, 1997.

²¹ O primeiro texto a mencionar a idéia de inovação secundária é de autoria de Xu Qingrui e Wu Xiaobo, publicado em 1991 nos *proceedings* do PICMET na forma XU, Q. R.; WU, X. B. 1991. A model of ‘secondary innovation’ process. *Proceedings of PICMET’91* (Portland International Conference on Management and Technology), pp. 622-627, 991. A produção posterior citada na bibliografia destes autores, que vai de 1992 a 1995, é assinada somente por Wu Xiaobo, e está toda em chinês (mandarim). O tema da tese de doutoramento de Wu Xiaobo, de 1992, na Universidade de Zhejiang, é justamente o processo de inovação secundária. Os textos em inglês são bem mais recentes. Wu Xiaobo é atualmente o Diretor do NIIM, e o Prof. Xu Qingrui é homenageado no material institucional sobre o instituto como Honorável Prof. Xu Qingrui, mentor da instituição.

²² XIAOBO, Wu; MA, Rufe; XU, Guannan. Accelerating Secondary Innovation through Organizational Learning: a case study and theoretical analysis. *Industry and Innovation*, v. 16, n. 4-5, pp. 389-409, out. 2009.

²³ O quadro de referência de fundo aqui é o conhecido modelo de Abernathy, cf ABERNATHY, William J.; UTTERBACK, James M. Patterns of Industrial Innovation. *Technology Review*, v. 80, n.7, pp. 40-47, jan./jul. 1978.

-
- ²⁴ Sobre esta situação, e o conceito de design dominante, vale conferir TEECE, D. Profiting from Technological Innovation: Implications for Integration, Collaboration, Licensing and Public Policy. *Research Policy*, v. 15, pp. 285-305, 1986.
- ²⁵ XIAOBO, Wu; MA, Rufei; XU, Guannan. Accelerating Secondary Innovation through Organizational Learning: a case study and theoretical analysis. *Industry and Innovation*, v. 16, n. 4-5, pp. 389-409, out. 2009. Estes estágios são produto de uma escolha do NIIM; outros autores segmentaram o processo de absorção de tecnologia de formas diferentes, mas parecidas. Confira por exemplo FIGUEIREDO, Paulo N. *Gestão da Inovação*. Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- ²⁶ Este movimento ao nível micro remete imediatamente à discussão ao nível macro sobre o como escapar da “armadilha da tecnologia média”, conceito reflexo, e talvez fenômeno subjacente, à chamada “armadilha da renda média” (*middle income trap*).
- ²⁷ REDTECH ADVISORS. *Consumer Electronics: Incremental Innovation*. GaveKal Dragonomics, jan. 2011.
- ²⁸ ZENG, Ming; WILLIAMSON, Peter J. *Dragons at your door*. Cambridge: Harvard Business School Press, 2007, pp. 76-79.
- ²⁹ Site oficial da CHINT Electric. Disponível em <<http://en.CHINTElectric.com/>>. Acesso em maio 2011.
- ³⁰ Comentário feito pelo BCG – Grupo de Consultoria de Boston, *apud* ROSEN, Daniel H. Low tech bed, High tech dreams. *China Economic Quarterly*, Q4, pp. 20-27, 2003.
- ³¹ ZENG, Ming; WILLIAMSON, Peter J. *Dragons at your door*. Cambridge: Harvard Business School Press, 2007, p. 79.
- ³² BREZNITZ, Dan; MURPHERE, Michael. *Run of the Red Queen*. Yale University Press, New Haven and London, 2011.
- ³³ Sobre este ponto, veja PROENÇA, Adriano (coord.); HABERT, Claudio; AREDES, Mauricio; CAMARGO JR., Sergio de Souza. Tecnologia e Competitividade em Setores Básicos da Indústria China: estudos de caso. Mimeo, SAE/PR-COPPE/UFRJ, 2 vols. Julho de 2011.
- ³⁴ Relatório por KROEBER, Arthur. Innovation: all the wrong places. *China Economic Quarterly*, Q3, 2006.
- ³⁵ ZENG, Ming; WILLIAMSON, Peter J. *Dragons at your door*. Cambridge: Harvard Business School Press, 2007, pp. 59-65.
- ³⁶ Dados checados na WIKIPEDIA, DAWNING Information Industry. Disponível em: <en.wikipedia.org/wiki/DAWNING_Information_Industry>. Acesso em 27 maio 2011.
- ³⁷ ZENG, Ming; WILLIAMSON, Peter J. *Dragons at your door*. Cambridge: Harvard Business School Press, 2007, p. 65.
- ³⁸ Sobre inovação arquitetônica e modular, confira HENDERSON, Rebecca M., e CLARK, Kim B. Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms. In *Administrative Science Quarterly*, no. 35, pp. 9-30, 1990.
- ³⁹ HUA, Wang. Innovation in Product Architecture – A Study of the Chinese Automobile Industry. *Asia Pacific Journal of Management*, n. 25, pp. 509-535, 2008, p. 510-511. Confira também FUJIMOTO, Takahiro. *Architecture, Capability and Competitiveness of Firms and Industries*, Discussion Paper CIRJE-F-182, Universidade de Tóquio, nov. 2002.
- ⁴⁰ WANG, Hua. Innovation in Product Architecture – A Study of the Chinese Automobile Industry. *Asia Pacific Journal of Management*, n. 25, p. 509-535, 2008, pp. 511.
- ⁴¹ Baseado em ZENG, Ming; WILLIAMSON, Peter J. *Dragons at your door*. Cambridge: Harvard Business School Press, 2007 e HOUT, Thomas. The Ecology of Innovation. *China Economic Quarterly*, Q3, 2006.
- ⁴² ZENG, Ming; WILLIAMSON, Peter J. *Dragons at your door*. Cambridge: Harvard Business School Press, 2007, pp. 47-49.
- ⁴³ ZENG, Ming; WILLIAMSON, Peter J. *Dragons at your door*. Cambridge: Harvard Business School Press, 2007, p. 139.
- ⁴⁴ HOUT, Thomas. The Ecology of Innovation. *China Economic Quarterly*, Q3, 2006.
- ⁴⁵ FUJIMOTO, Takahiro. *Architecture-based Comparative Advantage in Japan and Asia*. Discussion Paper MMRC-F-94, Manufacturing Management Research Center, Graduate School of Economics, Universidade de Tóquio, ago. 2006, p. 5; e WANG, Hua. Innovation in Product Architecture – A Study of the Chinese Automobile Industry. *Asia Pacific Journal of Management*, n. 25, pp. 509-535, 2008, p. 516.
- ⁴⁶ FUJIMOTO, Takahiro. *Architecture-based Comparative Advantage in Japan and Asia*. Discussion Paper MMRC-F-94, Manufacturing Management Research Center, Graduate School of Economics, Universidade de Tóquio, ago.

2006, p. 5 observa que, para rapidamente se emparelhar (*catch up*) com o Ocidente e o Japão em termos de produto, muitas firmas chinesas, tanto estatais quanto privadas, licenciaram ou reproduziram partes e as converteram em módulos genéricos, transformando-se em operações manufatureiras que misturavam e combinavam estes módulos tornados “genéricos”. Diversos setores industriais na China teriam seguido esse padrão, e, apoiando-se no baixo custo da mão-de-obra, tornado a China, no final do século XX, basicamente um grande exportador de bens de arquitetura modular intensos em trabalho

⁴⁷ Confira WANG, Hua. Innovation in Product Architecture – A Study of the Chinese Automobile Industry. *Asia Pacific Journal of Management*, n. 25, pp. 509-535, 2008 para uma análise do caso da Geely, empresa chinesa da indústria automobilística.

⁴⁸ BREZNITZ, Dan; MURPHERE, Michael. *Run of the Red Queen*. Yale University Press, New Haven and London, 2011.

⁴⁹ Sobre as políticas de promoção da inovação autônoma na China, veja PROENÇA, Adriano (coord.); HABERT, Claudio; AREDES, Mauricio; CAMARGO JR., Sergio de Souza. Tecnologia e Competitividade em Setores Básicos da Indústria Chinesa: estudos de caso. Mimeo, SAE/PR-COPPE/UFRJ, 2 vols., Julho de 2011.

⁵⁰ Estudos de caso nesta temática estão descritos e comentados em PROENÇA, Adriano (coord.); HABERT, Claudio; AREDES, Mauricio; CAMARGO JR., Sergio de Souza. Tecnologia e Competitividade em Setores Básicos da Indústria Chinesa: estudos de caso. Mimeo, SAE/PR-COPPE/UFRJ, 2 vols., Julho de 2011

⁵¹ Um conceito constante dos textos de B.-A. LUNDVALL, que se mostrou notavelmente relevante no caso chinês. Cf., entre outros, GU, Shulin; LIU, Ju; LUNDVALL, Bengt-Ake; SCHWAAGSERGER, Sylvia. China's System and Vision of Innovation: Analysis of the National Medium and Long-Term Science and Technology Development Plan (2006-2020). In: *Conferência Globelics*, 6., México, set. 2008.

⁵² BREZNITZ, Dan; MURPHERE, Michael. *Run of the Red Queen*. Yale University Press, New Haven and London, 2011; KROEBER, Arthur. Innovation: all the wrong places. *China Economic Quarterly*, Q3, 2006; REDTECH ADVISORS. *Consumer Electronics: Incremental Innovation*. GaveKal Dragonomics, jan. 2011.

⁵³ Para uma visão nesta linha mais negativa, confira MCGREGOR, James. *China's Drive for Indigenous Innovation – A web of industrial policies*. US Chamber of Commerce, 2010.

⁵⁴ REDTECH ADVISORS, *Consumer Electronics: Incremental Innovation*. GaveKal Dragonomics, jan. 2011.

⁵⁵ Ou seja, *catch up* este não como simples mimese da trajetória histórica de outros, mas, muitas vezes, sob uma lógica própria, eventualmente levando a um “pedaço” distinto da “fronteira” tecnológica.

⁵⁶ BREZNITZ, Dan; MURPHERE, Michael. *Run of the Red Queen*. Yale University Press, New Haven and London, 2011; KROEBER, Arthur. Innovation: all the wrong places. *China Economic Quarterly*, Q3, 2006; REDTECH ADVISORS, *Consumer Electronics: Incremental Innovation*. GaveKal Dragonomics, jan. 2011.

⁵⁷ BREZNITZ, Dan; MURPHERE, Michael. *Run of the Red Queen*. Yale University Press, New Haven and London, 2011, são enfáticos quanto ao papel central desta “incerteza estrutural” na opção, pelas empresas, por uma estratégia tecnológica de inovação incremental para atendimento à demanda presente dos mercados domésticos.

⁵⁸ WEI, Xie; LI-HUA, Richard. What will make China an innovation oriented country? *Journal of Knowledge-Based Innovation in China*, v.1, n.1, pp. 8-15, 2009.

⁵⁹ Deve-se tomar cuidado, como sempre no que se refere à China, com qualquer consideração de caráter “universal”. Certamente, várias grandes empresas estatais centrais, instrumentais para o Estado e confiantes em seu papel, escapam do “arquetipo” aqui apresentado. O mesmo poderia ser dito de *start-ups* mais recentes, que vem tomando forma no contexto das políticas pró-inovação da era Hu Jiantao-Wen Jiaobo.

⁶⁰ ZHU, Jianzhong; LIANG, Xinru; QINGRUI, Xu. The Cause of Secondary Innovation Dilemma in Chinese Enterprises and Solutions. *IEEE*, 2005.

⁶¹ BREZNITZ, Dan; MURPHERE, Michael. *Run of the Red Queen*. Yale University Press, New Haven and London, 2011, p. 184.

⁶² BOWRING, Gavin. Crocodile against the sharks. *China Economic Quarterly*, set. 2010, p. 39.

⁶³ CASTRO, Antonio Barros de; PROENÇA, Adriano. Novas Estratégias Industriais: sobrevida ou inflexão? In VELLOSO, João Paulo dos Reis. *Como vão o Desenvolvimento e a Democracia no Brasil?* - Fórum Nacional 2001. Ed. José Olympio, Rio de Janeiro; 2001.