

Revista Brasileira de Comércio Exterior



A revista da FUNCEX

Ano XXXVII

157

Outubro,  
Novembro e  
Dezembro de  
2023

# EXPANDIR AS EXPORTAÇÕES

Câmbio e Trade Finance  
Política Industrial e Comercial:  
Semicondutores



Imagem de Roman por Pixabay



**FUNCEX**



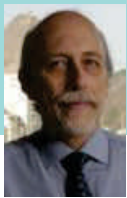
**fundação  
centro de estudos  
do comércio  
exterior**

Ajudando o Brasil a expandir fronteiras



**EDITORIAL****2 Expandir as exportações e internacionalizar as empresas***Antônio Carlos da Silveira Pinheiro***ENTREVISTA****4 José Luis Pinho Leite Gordon***Diretor de Desenvolvimento Produtivo, Inovação e Comércio Exterior do BNDES***COMENTÁRIO INTERNACIONAL****10 A virada do algodão. Agora é esperar pela indústria***George Vidor***DESAFIOS 2023 - 2024****14 Combinando política industrial e comercial: semicondutores e o Brasil***Renato Galvão Flores Jr.***20 Oriente Médio: a nova fronteira para a exportação brasileira***Ric Scheinkman e Marcello Vinicius de Oliveira Faria Araújo***CÂMBIO****26 O Cartel de Câmbio***Roberto Giannetti da Fonseca***38 Nova lei cambial: prestes a completar um ano, quais foram seus avanços e o que ainda precisa ser feito***Zilda Mendes***TRADE FINANCE****40 Trade finance usando Renminbi***Hsia Hua Sheng***44 Green Tech Inovar & Exportar***Lilian Aliprandini***RASTREABILIDADE****46 Considerações para um Sistema de Rastreabilidade e Monitoramento na Pecuária Brasileira***Camila Dias de Sá, Fernanda K. Lemos e Marcos Sawaya Jank***ORIENTAÇÃO EXTERNA****54 Expansão da orientação externa e da cultura exportadora em municípios: sugestões para o caso do Rio de Janeiro***Daiane Santos e Henry Pourchet***PRÁTICAS DE COMEX****64 Fundamentos para formação técnica para o mercado de câmbio***Evandro Cacicano*

# Combinando política industrial e comercial: semicondutores e o Brasil



Renato Galvão  
Flôres Jr.

Renato Galvão Flôres Jr.  
é diretor do FGV NPII Núcleo de Prospecção e Inteligência  
Internacional, Rio de Janeiro, Brasil

A retórica atual, quando menciona oportunidades e desenvolvimento para o nosso setor produtivo, foca basicamente no competitivo agronegócio e desdobramentos afetos, estendendo-se aos produtos da economia verde e sustentável.

Sem nada contra tais objetivos, absolutamente razoáveis, causa todavia certo desconforto a pouca atenção dada a setores industriais importantes, seja sob o ponto de vista de galgarmos patamares tecnológicos significativos, seja como motores complementares do nosso crescimento.

O complexo dos semicondutores – ou chips – é área que deveria merecer maior atenção.

Advindos da evolução dos circuitos integrados, acoplada a forte miniaturização, os chips são hoje peça crucial de grande parte dos manufaturados. Presentes na variada gama de eletrodomésticos modernos, nos automóveis, nos *smartphones* e em todo produto ou equipamento que dependa de memória ou funções específicas, mesmo limitadas, são a alma e o coração dos bens atuais.

A sua confecção é atividade complexa e sofisticada, dividida em quatro grandes etapas: o *design* do chip, a fabricação (nas ditas *foundries*), a montagem e teste e o empacotamento. Os dois tipos mais produzidos são os chips de memória – subdivididos em DRAM, de memória temporária dinâmica, e NAND, ou Flash, de memória longa ou de armazenagem – e os lógicos, que processam dados, responsáveis pela múltipla série de aplicações, incluindo as de inteligência artificial (IA).<sup>1</sup>

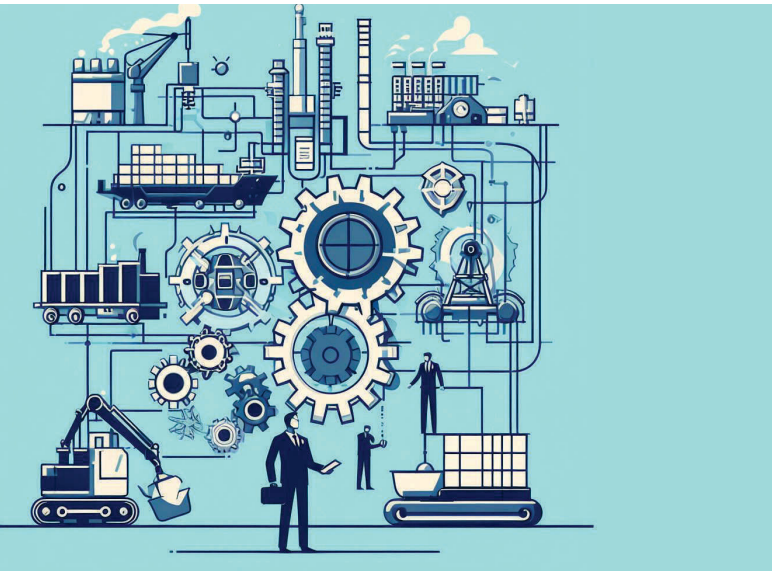
No início, o *design* e a fabricação eram executados pela mesma firma, dando origem às Integrated Device Manufacturers (IDMs), cujos exemplos mais famosos talvez sejam as multinacionais norte-americana Intel e a sul-coreana Samsung.

O aumento da sofisticação e, crucialmente da miniaturização dos semicondutores, com dimensões entre os nós – no caso dos de ponta – inferiores a 20 nanômetros,<sup>2</sup> levou à separação das duas etapas, criando as firmas *fabless*, sem

.....  
O autor agradece a Luciano Coutinho por conversas (e almoços) estimulantes, e a Leonid Garnitzky, pela ajuda na elaboração do texto. É inteiramente responsável por todo o seu conteúdo, que não implica ninguém mencionado, nem qualquer instituição citada ou a que seja associado.

<sup>1</sup> Os usados especificamente em IA são por vezes designados em uma classe à parte, denominada Application Specific Integrated Circuit (ASIC).

<sup>2</sup> A distância mínima entre os transistores de um chip (que formam o circuito integrado), ou os seus nós, é a medida usual para qualificar o seu nível de sofisticação tecnológica. É expressa em nanômetros (nm), 1nm equivalendo a 10<sup>-9</sup> do metro. Quanto menor essa distância, mais poderoso e sofisticado é o chip. Informalmente esse valor pode ser chamado (incorretamente) de “tamanho do chip” ou de “nó”.



unidade de fabricação, dedicadas somente ao design, enquanto as fundições de produção do chip, as *foundries* ou *fabs*, passam a aceitar designs de diferentes procedências.

Exemplo emblemático da primeira é a Nvidia, no Vale do Silício, que habilitou o dispositivo que permite o muito discutido ChatBox. Quanto às fundições, talvez a Taiwan Semiconductors Manufacturing Company (TSMC) seja o gigante mais icônico atualmente. Ainda assim, IDMs tradicionais, como as mencionadas Intel e Samsung, seguem projetando e fabricando muitos semicondutores.

A complexidade que envolve a obtenção final de um chip obriga, mesmo unidades poderosas como uma TSMC, a dependerem de um circuito variado de fornecedores, em geral muito específicos, cuja gama vai de peças a máquinas extremamente elaboradas e car(íssim)as, passando por produtos químicos diversos e algoritmos especializados.

Entrar no complexo do semicondutor, e não só em sua fabricação direta, é entrar em importantes cadeias de valor e tornar-se membro de outras, afetas a produtos diferentes e igualmente relevantes.

A ilustração mais pungente dessa interdependência talvez seja dada pela companhia holandesa Advanced Semiconductor Materials Lithography (ASML), fundada em 1984 em Veldhoven, na Holanda. Única na produção de máquinas que imprimem o circuito do semicondutor específico por fotolitografia na, informalmente chamada, bolacha de silício. A impressão, por décadas mediante

fotossensibilidade, teve que passar a utilizar o ultravioleta distante ou extremo que, com comprimentos de onda nas faixas 200 nm - 10 nm e 35 nm - 1 nm, respectivamente, permite a gravação dos chips com distâncias de uma a duas dezenas a até poucas unidades de nm, comprimentos requeridos pelos exemplares topo de gama.

A ASML, seguindo sempre as necessidades da ponta do setor, investiu bilhões de dólares para produzir as máquinas de Extreme UV, cada uma orçada em milhões de dólares.

Esse pequeno exemplo ressalta duas características do setor, além da profunda interdependência e crucial necessidade de conhecimento de redes específicas de fornecedores e utilizadores seguintes na cadeia.

A primeira é uma enorme dinâmica, com a Lei de Moore ainda funcionando com adaptações, o que leva a mudanças constantes nas tecnologias de *design*, fabricação e montagem (nessas menos). Se a ASML não tivesse incorporado a dimensão UV em sua linha de máquinas, terminaria por perder a sua unicidade e/ou sumir do mercado, ou virar uma fornecedora de impressoras (por fotolitografia) convencionais.

A segunda são os volumes de fundos necessários seja para uma adaptação, seja para novas instalações. As fundições podem chegar a valores entre uma e duas dezenas de bilhões de dólares para a sua construção, geralmente captados em forma de consórcios de investidores, em que muitas vezes um *player* do setor participa.

A segmentação do mercado pode ser feita de várias formas.

Por faixas de tamanho do chip, correlacionadas (de modo inversamente crescente) à sua sofisticação e ao nível tecnológico das utilizações, ou por seus grandes usos ou características, com os chips de memória, sobretudo os DRAMs, sendo relativamente os mais simples.

“

Os chips são hoje peça crucial de grande parte dos manufaturados. Presentes na variada gama de eletrodomésticos modernos, nos automóveis, nos smartphones e em todo produto ou equipamento que dependa de memória ou funções específicas, mesmo limitadas, são a alma e o coração dos bens atuais

”

Há subuniversos específicos, relativos a uma aplicação maior, como o setor automobilístico ou os smartphones, em que uma multiplicidade de chips, de sofisticação diferente, é utilizada.

No último caso, por exemplo, além do processador central, há chips de modem e radiofrequência para conectar com as redes celulares, outros para as ligações wifi e *bluetooth*, um sensor de imagem para a câmera e outros que sentem o movimento (chips analógicos, em ambos os casos), chips de memória (ao menos dois), que gerem a bateria, o áudio e o carregamento *wireless*, assim como para demais especificidades.

A segmentação permite também identificar o conjunto dos Original Equipment Manufacturers (OEM),<sup>3</sup> responsáveis pela demanda final dos semicondutores, fechando a cadeia de valor. Ela é crucial para nortear decisões de investimento.

## A SITUAÇÃO BRASILEIRA

### O mercado atual

A posição brasileira no mercado mundial de semicondutores é muito modesta. O país, que já tentou, em passado não muito remoto, implantar sem sucesso uma *fab*, acumula talvez mais decepções do que êxitos.

Uma associação de classe, a Associação Brasileira da Indústria de Semicondutores (ABISEMI), congrega as empresas existentes no país, entre estrangeiras, subsidiárias e iniciativas nacionais.

A maioria fabrica, na realidade, circuitos integrados razoavelmente sofisticados, poucas de fato produzindo chips. Estes são em geral DRAMs, ou produtos para aplicações específicas, todos, em princípio, relativamente distantes de manufaturados de ponta. Ao lado destas, há firmas de *design*, *fables*, também dedicadas a projetos de controlada sofisticação, aproveitando nichos de capital humano de qualidade, muitos provenientes de institutos e universidades locais de bom nível.

Para dar um exemplo positivo concreto, a SMART Modular Technologies, situada em Atibaia, São Paulo, tem conseguido se manter com relativo sucesso há 20 anos.

Sendo a unidade brasileira de uma das marcas da SMART Global Holdings, Inc., da Califórnia, fabrica chips de memória, DRAM e Flash, e outros componentes avançados para computadores, armazenagem de dados e internet das coisas.

O país não consegue suprir as suas próprias necessidades, sendo um importador líquido razoável, situando-se no grupo das economias bastante dependentes dessa tecnologia fundamental. O estado atual do mercado não indica possibilidades de evolução significativa para diminuir tal dependência, configurando situação estrategicamente séria e negativa para o nosso desenvolvimento.

### Algumas estatísticas

O cenário acima é complementado pelas estatísticas disponíveis sobre produção e vendas, bem como sobre os fluxos comerciais.

A Pesquisa Industrial Anual (PIA), do IBGE, fornece informação sobre a indústria de circuitos integrados, e chips, para os anos 2020 e 2021 (2022 ainda não está disponível). A classificação do Instituto menciona “Circuitos integrados eletrônicos (processadores e controladores; memórias; circuitos lógicos, híbridos; do tipo “chipset” etc.)”, ficando claro que os chips são *parte* dos totais apresentados.

TABELA 1  
BRASIL – PRODUÇÃO E VENDAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS ELETRÔNICOS (PROCESSADORES E CONTROLADORES; MEMÓRIAS; CIRCUITOS LÓGICOS, HÍBRIDOS; DO TIPO “CHIPSET” ETC.) – 2020 E 2021

Ano		2020	2021
Número de informantes		31	36
Produção	Quantidade (em milhões)	106,5	184,4
	Valor (em milhões de reais)	2.929,9	3.792,7
Vendas	Quantidade (em milhões)	111,0	185,4
	Receita Líquida (em milhões de reais)	2.998,4	3.797,7

Fonte: PIA/IBGE. Elaboração própria.

<sup>3</sup> Desde o início da década de 1990, levados pelo caráter volátil da demanda final, os OEMs passaram a ter uma associação mais estreita com as empresas de prestação de serviços Electronic Manufacturing Services (EMS) de modo a otimizar as suas vendas, encurtando tempo de fornecimento e melhorando a sua sensibilidade quanto a previsões de demanda.



A Tabela 1 apresenta os resultados para os dois últimos anos divulgados. Se lembrarmos que uma grande fundição moderna despeja da ordem de 100 mil chips por mês, as quantidades apresentadas indicam um parque modesto. Da mesma forma, dado que uma *foundry* custa, por baixo, 10 bilhões de dólares, os valores das receitas líquidas anuais, da ordem de 3-4 bilhões de reais, complementam e parcialmente explicam os limites da produção local.

É, portanto, no comércio internacional que as necessidades domésticas são supridas. As Tabelas 2 e 3 apresentam para, respectivamente, os mesmos anos, os fluxos comerciais. Na classificação HS-2017, usada pelo Comtrade, a 4 dígitos, os chips (*Electronic integrated circuits*) recebem o código 8542, que, a 6 dígitos, se desdobra em:

854231	<i>Electronic integrated circuits; processors and controllers, whether or not combined with memories, converters, logic circuits, amplifiers, clock and timing circuits, or other circuits</i>
854232	<i>Electronic integrated circuits; memories</i>
854233	<i>Electronic integrated circuits; amplifiers</i>
854239	<i>Electronic integrated circuits; n.e.c. in heading no. 8542</i>
854290	<i>Parts of electronic integrated circuits</i>

TABELA 2

BRASIL – EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES DE CHIPS, 2020

Código	Destino/Origem	Valor (US\$ m)	% do total
<b>Exportações</b>			
854231	EUA	11,0	16%
	China	5,5	8%
	Vietnã	4,5	6%
854232	Vietnã	10,8	16%
	Rep. Coreia	3,8	5%
854233	EUA	9,3	13%
854239	Vietnã	4,7	7%
<b>8542</b>	<b>Total</b>	<b>69,7</b>	
<b>Importações</b>			
854231	China	527,8	13%
	Outros Ásia	452,4	11%
	Vietnã	432,4	11%
	Rep. Coreia	206,5	5%
	Malásia	196,6	5%
854232	Rep. Coreia	716,9	18%
854239	China	253,8	6%
	Outros Ásia	247,0	6%
<b>8542</b>	<b>Total</b>	<b>4.061,7</b>	

Fonte: UN Comtrade.

As tabelas mostram o valor, em milhões de dólares, das exportações e importações brasileiras, a 6 dígitos, para os 3-5 maiores exportadores/importadores. A última linha de cada tabela mostra o total para todos os chips (ou seja, de todos os produtos com código 8542), e a última coluna mostra a porcentagem de cada fluxo nesse total.

Confirmando o esperado, as importações são da ordem de bilhões de dólares, sendo curioso notar que os Estados Unidos não figuram entre nossos supridores, os grandes parceiros nesse item são a China e a República da Coreia, esta última, provavelmente, liderada pela Samsung.

A situação se mantém com os dados de 2022, já disponíveis e exibidos – da mesma forma – na Tabela 4, onde, embora ambos os totais aumentem, as importações são 69 vezes superiores às exportações.

A situação na América do Sul não difere muito da nossa, sendo em geral pior. Depois do Brasil, os dois maiores importadores de chips (código 8542), são a Argentina e a Colômbia, em todos os três anos observados.

TABELA 3

BRASIL – EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES DE CHIPS, 2021

Código	Destino/Origem	Valor (US\$ m)	% do total
<b>Exportações</b>			
854231	EUA	7,4	11%
	Vietnã	5,9	8%
	China	4,2	6%
854232	Vietnã	17,6	25%
	Rep. Coreia	3,8	5%
854233	EUA	4,6	7%
	Vietnã	2,4	3%
854239	Vietnã	2,0	3%
<b>8542</b>	<b>Total</b>	<b>69,6</b>	
<b>Importações</b>			
854231	China	703,0	14%
	Vietnã	565,7	11%
	Outros Ásia	549,7	11%
	Malásia	287,8	6%
854232	Rep. Coreia	912,4	18%
	China	243,2	5%
854239	China	299,5	6%
	Outros Ásia	280,7	5%
<b>8542</b>	<b>Total</b>	<b>5.175,1</b>	

Fonte: UN Comtrade.

TABELA 4  
BRASIL – EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES DE  
CHIPS, 2022

Código	Destino/ Origem	Valor (US\$ m)	% do total
<b>Exportações</b>			
854231	EUA	16,1	19%
	Hong Kong	7,6	9%
	China	6,4	8%
	Japão	3,7	4%
854232	Vietnã	6,3	7%
	Índia	3,2	4%
854239	China	3,5	4%
	Vietnã	2,9	3%
<b>8542</b>	<b>Total</b>	<b>85,4</b>	
<b>Importações</b>			
854231	China	941,6	16%
	Outros Ásia	634,2	11%
	Vietnã	626,5	11%
	Rep. Coreia	357,9	6%
854232	Rep. Coreia	795,5	13%
	China	260,8	4%
854239	China	369,7	6%
	Outros Ásia	288,2	5%
<b>8542</b>	<b>Total</b>	<b>5.897,2</b>	

Fonte: UN Comtrade.

“

A inserção significativa de um país no complexo mundial dos semicondutores é financeiramente custosa e exige o estabelecimento de uma rede de conexões bastante diversificada, desde o lado dos investimentos e parcerias, até o dos requisitos técnicos, que demandarão materiais, serviços, partes e aplicativos de uma multiplicidade de fornecedores

”

## ESBOÇANDO UMA ESTRATÉGIA

Os países que, além dos Estados Unidos, implantaram uma sólida indústria de semicondutores, adotaram normalmente quatro medidas fundamentais: inversão significativa de fundos, englobando fontes públicas e privadas, e incentivos ao sistema bancário, com vistas a facilitar investimentos no setor; atração de técnicos e profissionais especializados, formados em boas universidades – na maioria norte-americanas – ou com experiência profissional em empresas do ramo; parcerias com firmas estrangeiras, enfatizando a dimensão de transferência de tecnologia; estímulo à concorrência entre estas e os demais investidores de modo a obter configurações nacionais atrativas e, se possível, já com um nicho valioso de mercado.

Esses procedimentos não são uma cartilha nem rígida nem milagrosa, mas fornecem alguns balizamentos. Uma economia como a da China, com atributos remarcáveis, vem há uns 10 anos adotando variantes dessa estratégia, em seu ambicioso objetivo de replicar nacionalmente uma indústria o mais autossuficiente possível e no nível tecnológico igual ou superior ao dos Estados Unidos. Poderosos gigantes nacionais, como a Samsung, apresentam também uma trajetória peculiar, mesclando medidas como as aqui citadas com as características do sistema sul-coreano.

Duas coisas são, porém, certas. A inserção significativa de um país no complexo mundial dos semicondutores é financeiramente custosa e exige o estabelecimento de uma rede de conexões bastante diversificada, desde o lado dos investimentos e parcerias, até o dos requisitos técnicos, que demandarão materiais, serviços, partes e aplicativos de uma multiplicidade de fornecedores.

No caso do nosso país, além desses não triviais dois requisitos, acresce o fato de estarmos distantes dos polos mundiais da indústria (Estados Unidos, alguns países da União Europeia e asiáticos). Nossa ligação com a galáxia de produtores e fornecedores do setor tampouco é densa.

Esse difícil contexto, no entanto, não é desculpa para não se dinamizar atividades visando tal inserção, de modo a nos colocar como um *player* secundário – por ora – mas com uma relevância bem maior do que a atual.

Uma estratégia inteligente seria combinar o desenvolvimento industrial com uma forte componente de exportações. Os desenvolvimentos não visariam somente suprir necessidades domésticas, mas estariam atentos a

nichos de exportação. Quais? As tabelas 2 a 4 sinalizam um primeiro mercado: os Estados Unidos e destinos asiáticos a quem supriríamos chips mais básicos, enquanto seguem na infindável corrida de produzir unidades de ponta. Economias europeias poderiam ser incorporadas. O outro mercado seria o da América do Sul, onde nossa posição vantajosa, geográfica e tecnicamente, ajudaria a conquistar mercados.

Ancorar o desenvolvimento industrial na política comercial, como a China fez – e ainda faz, de certa forma – extremamente bem nas primeiras décadas de sua abertura, não é um ovo de Colombo, mas estratégia que, se bem administrada, pode render frutos substanciais.

A dimensão comercial pode também, de modo progressivo, realimentar financeiramente o setor. É inevitável ainda o envolvimento de instituições de peso como o BNDES e outros órgãos do governo, além de, simultaneamente, a questão de parcerias e atração de produtores estrangeiros. Esse esforço obrigará a algo muito falado, mas pouco realizado concretamente: esforços de inserção em diversas cadeias de valor que, com o tempo, trarão *spillovers* positivos a todo o parque industrial.

Tendo em vista o contexto doméstico atual, e a rapidez com que os requisitos financeiros podem crescer, a política interna poderia ter três eixos. Suportar e incrementar as *fables*, aproveitando o capital humano local e criando mecanismos para atração de estrangeiros, com uma base de firmas de *design*, de sofisticação mediana a um degrau acima. Nesse aspecto, objetivar aplicações específicas pode ser vantajoso, dando mais ênfase ao setor automobilístico, ou de eletrodomésticos variados, por exemplo.

Aumentar o estabelecimento de firmas das últimas etapas de fabricação, a saber as de montagem e testes e empacotamento, menos intensivas em capital de alto custo e mais em mão de obra. Essa atividade auxiliaria no estabelecimento de diversas cadeias de fornecedores, e uma maior inserção no complexo mundial.

Finalmente, manter incentivos à fabricação local de chips de memória, por exemplo, e preparar o terreno para, em uma segunda etapa, implantar uma ou algumas fundições modernas, mas não necessariamente *top*, no país.

As linhas acima são um esboço, e todas requerem aprofundamento, com análises mais apuradas da demanda potencial das exportações correlatas.

## CONCLUSÃO

O processo de desenvolvimento permanece um mistério sobre o qual abundam soluções e abordagens, enfatizando lados ou aspectos de uma realidade multifacetada, que permite distintas interpretações. O sucesso do nosso agronegócio, junto à posição invejável e substancial do país no que toca ao meio-ambiente, foco de atenção e pressões internacionais, leva a que os investimentos e programas públicos se concentrem excessivamente em tais assuntos, abrangendo naturalmente também a questão energética.

É, todavia, grave erro com consequências futuras em termos de sérios entraves e dependências a um desenvolvimento harmonioso e minimamente autônomo, desprezar as necessidades do setor industrial. Nesse, a questão dos semicondutores é hoje ponto fulcral. Sem ilusões vazias de se tornar uma economia de proa nessa área, urge um esforço programado e bem alicerçado de estabelecermos um parque que, sempre conectado a fornecedores externos, proporcionará autonomia mínima e possibilidades de *upgrades* à indústria como um todo, de forma inserida em cadeias produtivas internacionais de maior valor adicionado.

Esse esforço há de ser feito.

“

Ancorar o desenvolvimento industrial na política comercial, como a China fez – e ainda faz, de certa forma – extremamente bem nas primeiras décadas de sua abertura, não é um ovo de Colombo, mas estratégia que, se bem administrada, pode render frutos substanciais

”