

Indústria de Semicondutores, Estado e Política Industrial, a Implantação e Desenvolvimento da Indústria Sul Coreana de memórias DRAMs de 1961 a 1995

Semiconductor Industry, State and Industrial Policy, the Establishment and Development of the South Korean DRAM Industry from 1961 to 1995

Luiz Moraes de Niemeyer Neto | lniemeyer@pucsp.br |

Professor do Departamento de Economia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP

Recebimento do Artigo: Julho de 2024 Aceite: Abril de 2025

Resumo: O objetivo do artigo é analisar o papel desempenhado pelo Estado sul-coreano e sua política industrial entre os anos de 1961-1995 no desenvolvimento de sua indústria nacional de semicondutores, mais especificamente as memórias do tipo DRAM (memória dinâmica de acesso aleatório). A indústria de DRAMs é intensiva em tecnologia em todo o seu processo. O *design* do produto, sua engenharia de processo e de produção envolvem um alto nível de tecnologia e de investimento. O argumento central é de que o Estado foi fundamental como empreendedor, protetor e disciplinador, atuando para permitir a absorção e desenvolvimento da sofisticada tecnologia necessária para a produção das DRAMs. Em 1992, a Coreia do Sul era o segundo maior produtor de DRAMs detendo 24,3 % deste mercado. O período analisado vai de 1961, quando a Texas lançou o primeiro circuito integrado (CI), e termina em 1994/1995, chamados de anos revolucionários, onde, entre outros, temos a consolidação do acesso público à Internet. Dada a abrangência do tema, fizemos uma revisão da literatura envolvendo importantes autores no tópico acima.

Palavras Chaves: Indústria de semicondutores; Fabricação de chips; Política Industrial; Estado e Desenvolvimento; Memórias DRAMs.

Abstract: The objective of the article is to analyze the role played by the South Korean state and its industrial policy between the years 1960-1995 in the development of its national semiconductor industry, more specifically DRAM type memories (Dynamic Random Access Memory). The DRAM industry is technology driven through its whole process. Product design, production, assembly and test involve a high level of technology and investment. The state was fundamental as an entrepreneur, protector and disciplinarian, this allowed the absorption and development of the sophisticated technology necessary for the production of DRAMs. In 1992, Korea was the second largest producer of DRAMs with 24.3 percent of this market. The period analyzed goes from 1961, when Texas launched the first integrated circuit (IC), and ends in 1994/1995, coined the revolutionary years, when, among others, we have the consolidation of public access to the Internet. Given the scope of the research, we made a review of the literature involving important authors on the topic.

Key Words: Semiconductor industry; Chip-making process; Industrial Policy; State and Development; Memory DRAM

1. INTRODUÇÃO

Este artigo analisa o papel desempenhado pelo Estado sul-coreano e sua política industrial entre os anos de 1960-1995 no que diz respeito ao desenvolvimento de sua indústria nacional de semicondutores, mais especificamente as memórias

do tipo DRAM (memória dinâmica de acesso aleatório). Esta política colaborou e muito para colocar empresas do país na fronteira tecnológica desta importante indústria baseada em conhecimento.

A bem-sucedida experiência sul-coreana em dominar uma tecnologia high-tech em um curto espaço de tempo, como é o caso das DRAMs de 1M, 4M e 16M¹, pode servir de inspiração para países latino-americanos adotarem políticas similares. À primeira vista, as significativas mudanças ocorridas nos últimos trinta anos, a destacar o predomínio das cadeias globais de valor (CGV) e mudanças nas regras do funcionamento do sistema econômico global, parecem ir contra o papel do Estado e da política industrial nos dias de hoje.

Todavia, o estudo de Chang e Andreoni (2020), considerando as mudanças destacadas acima, advoga o papel do Estado e sua política industrial como gestor de conflitos e como redutor das incertezas através da garantia da demanda, utilizando-se de diversas ferramentas de política industrial como as que apresentaremos neste artigo.

A memória DRAM e o microprocessador são dois componentes principais do sistema do computador. Este tipo de chip é encontrado, por exemplo, nos computadores pessoais (PCs) e telefones celulares. Semicondutores DRAM e os microprocessadores dos computadores são interdependentes no mercado, assim como nos laboratórios de engenharia de produto. A demanda por computadores, e seu principal semicondutor, o microprocessador, é direcionada pelo desejo de velocidade cada vez maior e funcionalidade crescente. Por sua vez, na indústria de semicondutores DRAM sua demanda se dá pela pressão competitiva criada pela indústria de computador que apresenta um ciclo de inovação que varia de seis a doze meses.

A simplicidade, baixo custo e baixo consumo de energia da memória DRAM, quando combinados com os primeiros microprocessadores de baixo custo, abriram as portas para pequenos computadores pessoais. Hoje, todos os PCs, notebooks, consoles de jogos, telefones celulares e outros dispositivos de computação são carregados com chips DRAM. Este tipo de memória, também alimenta *mainframes*, servidores de data center.

O período a ser analisado pode ser demarcado a partir de 1961, quando a Texas lançou o primeiro circuito integrado (CI), e termina em 1994/1995. Estes últimos são chamados de anos revolucionários no tocante a indústria de semicondutores devido a ocorrência, por exemplo, da consolidação do acesso público à Internet. Em 1994, transmissões digitais via telefone tornaram-se possíveis graças a utilização de fibras óticas, surgindo também o navegador Netscape. Ainda em 1994, os consumidores tiveram acesso, por exemplo, ao microprocessador Pentium, e o celular Nokia 1011 foi lançado. Neste ano, as memórias DRAM na maioria dos computadores pessoais (PCs) eram de 4 MB. O ano de 1995 marca o surgimento do Windows 95, do eBay, e o lançamento da USB (*universal serial buss*) pela Intel. Neste ano, 56 % dos americanos utilizavam o PC, computador pessoal. (FAST COMPANY, 2015 e SYRACUSE, 2014).

O que buscamos compreender neste artigo é como um país em desenvolvimento como a Coreia do Sul, que durante os anos 1950 tinha como seu principal produto de exportação a seda, em um período inferior a trinta anos se tornou capaz de produzir produtos *high-tech*, difusores de tecnologia, como as DRAMs de 1M, 4M e 16M. Nos anos revolucionários mencionados, o país destaca-se como um dos três países produtores deste produto, juntamente com os EUA e o Japão

Nossa principal contenção é que o Estado sul coreano teve um papel dominante seja como empreendedor, protetor e disciplinador, através de uma política industrial ativa que permitiu a absorção e o desenvolvimento da sofisticada tecnologia necessária para a produção das DRAMs.

Na seção 2, fazemos uma breve apresentação da indústria de semicondutores com ênfase no segmento das DRAMs. Na seção 3, revisitamos as análises de Gerschekron e Amsden sobre o papel do Estado indutor em países em desenvolvimento em promover setores da atividade industrial onde o recente progresso tecnológico tem sido rápido. Na seção 4, discutimos o Estado sul-coreano e também a relação deste com os grupos de negócios diversificados, os *Chaebols*. Na seção 5, analisamos o papel do Estado da Coreia do Sul no desenvolvimento da indústria de semicondutores DRAMs. A seção 6 apresenta nossas conclusões.

2. A INDÚSTRIA DE SEMICONDUCTORES E AS DRAMS

A indústria semicondutora é geralmente definida como um ramo da indústria eletrônica que produz componentes utilizando materiais semicondutores, como o silício, o germânio, o arseneto de gálio etc. Além de utilizarem esses materiais,

¹ Um megabyte (M) é igual a 2²⁰ bits em notação binária (base2) ou cerca de um milhão de bits (em notação decimal (base 10)). Um gigabyte (GB) é igual 2⁴⁰ bits em notação binária ou cerca um bilhão de bits em notação decimal. Um bit ou dígito binário tem um valor de 0 ou 1. Fisicamente o bit é um transistor e um capacitor em uma célula RAM. No que diz respeito a memória DRAM podemos avaliar sua capacidade em termos de números de transistores, por exemplo uma 1M DRAM contém cerca de um milhão de transistores (MORRIS, 1996, p. 16).

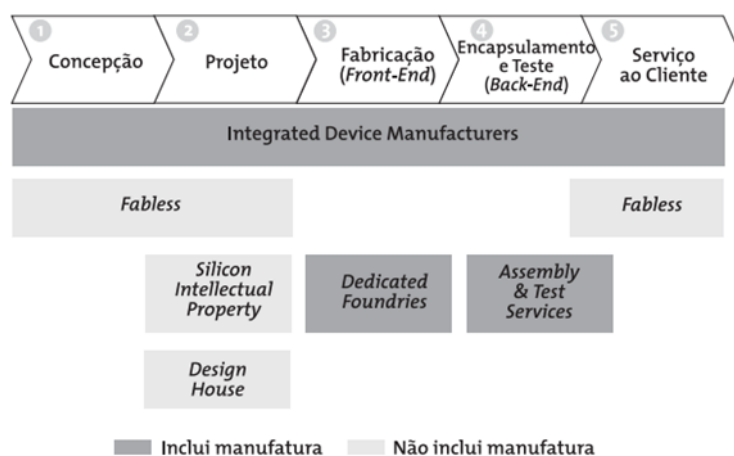
os semicondutores são dispositivos miniaturizados, ou seja, as escalas de tamanho físico desses componentes são micro-métricas ou nanométricas. Por isso, o ramo da indústria eletrônica que produz esses microdispositivos recebeu também a denominação mais geral de microeletrônica.

Sua relevância está centrada em sua capacidade de promover e gerar inovações (tanto para o setor de semicondutores quanto para setores que irão utilizar de seus produtos), ou seja, são difusores de tecnologia. Por ter essa relevância quanto à sua capacidade de inovação, ela é intensiva em conhecimento. Desta forma, este setor industrial demanda mão de obra capacitada, como engenheiros e cientistas, por isso gera empregos qualificados e bem remunerados. Ademais, por terem uma grande aplicabilidade em dispositivos eletrônicos, a indústria de semicondutores defronta-se com um consumo crescente de componentes. De acordo com a OCDE (2019), a indústria de semicondutores obteve uma receita de US\$ 470 bilhões em 2018.

Como já mencionamos, trata-se de indústria intensiva em conhecimento e em P&D, estando ao lado de outros setores industriais tais como a indústria farmacêutica, aeroespacial e de desenvolvimento de software. De acordo com a consultoria McKinsey & Co. (2011, apud OCDE, 2019), os investimentos em pesquisa e desenvolvimento são o “sangue vital da indústria de semicondutores”. O dispêndio médio com P&D calculado a partir da porcentagem de vendas no ano de 2020 da indústria de semicondutores foi de 14,2 %, ficando atrás apenas dos 15,4 % da indústria farmacêutica e de biotecnologia (MCKINSEY & CO, 2022).

Historicamente, esta indústria tem conseguido manter forte crescimento de receita e alta lucratividade, que foram alcançadas devido aos avanços tecnológicos dos fabricantes de chips buscados para diminuir o custo de produção. Isto ocorre, por exemplo, pelo aumento do tamanho do *wafer* (medido em milímetros), que tem significando um aumento no número de transistores por *wafer*, e pela diminuição do tamanho do transistor (chamado largura de linha, *linewidth*, medido em microns e/ou nanômetros). (KUMAR e KRENER, 2002, p. 233)

Figura 1 – Cadeia de valor e Modelos de Negócios da Indústria de Semicondutores.



Fonte: Consórcio A. T. Kearney, Azevedo Sette e IDC. Adaptado de Gutierrez e Mendes (2009, p. 12).

A cadeia de valor dos semicondutores pode ser dividida em cinco etapas. A primeira etapa consiste na concepção do produto, na qual são definidas as funcionalidades do chip. Esta etapa pode ou não ser realizada em conjunto com o fabricante do produto final. A segunda etapa é a realização do projeto do componente. A terceira e a quarta etapas consistem, respectivamente, na fabricação do componente (*front-end*) e no encapsulamento e teste do componente (*back-end*). Por fim, a quinta etapa está relacionada ao serviço ao cliente. As etapas descritas envolvem um ecossistema de criação de valor complexo composto por diversos fornecedores e multinacionais espalhadas pelo mundo, revelando a possibilidade de fragmentação da cadeia de valor e da produção no âmbito mundial, sendo esta uma importante característica da indústria de semicondutores.

Como podemos observar pela Figura 1, dada a fragmentação da criação de valor e da produção nas etapas descritas acima, as empresas presentes na indústria de semicondutores apresentam uma diversidade em modelos de negócios adotados, que estão diretamente relacionados ao posicionamento das empresas no processo produtivo. Essa diversidade é outra característica relevante do setor analisado. Exemplificando, os fabricantes integrados IDM (*Integrated Device Manufactures*) são aquelas empresas que realizam todas as etapas de produção dos semicondutores e o produto final leva a sua marca.

As *fabrilite* que realizam todas as etapas de produção, porém terceirizam a produção de semicondutores de geometrias mais modernas e menores. Detalhes sobre a características das empresas *fabless* (não realizam a manufatura), das *foundries* (como a Foxconn), e do design *houses*, podem ser encontrados em Fillipin (FILLIPIN, 2016, p.49-50) e OCDE (OCDE, 2019, p.19-23).

Tabela 1 - Participação percentual nas Vendas de Chips por produto

	1993	1994	1995
Memória DRAM	15,9	21,8	27,2
Microprocessadores	10,3	10,3	9,7
Outros Logicos/ASICs	24	21,4	17,6
Total	100	100	100

Fonte: Kumar and Krenner (2002, pg. 230)

Partido da tabela 1 acima e de acordo com Dosi (1984), Gutierrez e Mendes (2009), e Kumar e Krenner (2000), as principais classificações de semicondutores são:

1. Memória DRAM (*Dynamic Random Access Memory*): este tipo de memória e o microprocessador são dois componentes principais do sistema do computador. Além dos PCs, é utilizada em telefones celulares, por exemplo.
2. Microprocessadores, também chamada de CPU (*Central Processing Unit*): trata-se do “cérebro” dos computadores. Também são usados em equipamentos de telecomunicação, equipamentos industriais, etc.
3. Outros dispositivos lógicos/ASICs. ASICs são circuitos lógicos específicos de aplicação. Exemplificando, chips projetado para telefones celulares, *smart cards*, etc.
4. Demais chips, que estão fora do escopo de nossa análise, são os circuitos integrados analógicos (11,1 % em 1995), outras memórias (8,6 % em 1995), micro controles (7,1 % em 1995), micro periféricos (6,7 % em 1995) e dispositivos discretos (12 % em 1995).

As memorias DRAMs

Citando a NTRS (*NASA Technical Report Server*) e ITRS (*International Technology Road Map for Semiconductors*, 1999), Kumar e Krenner observam que os produtos DRAM têm sido reconhecidos como os indutores de tecnologia para toda a indústria de semicondutores e que desempenhavam o papel de liderança tecnológica nesta indústria (KUMAR e KRENER, 2002, P. 234).

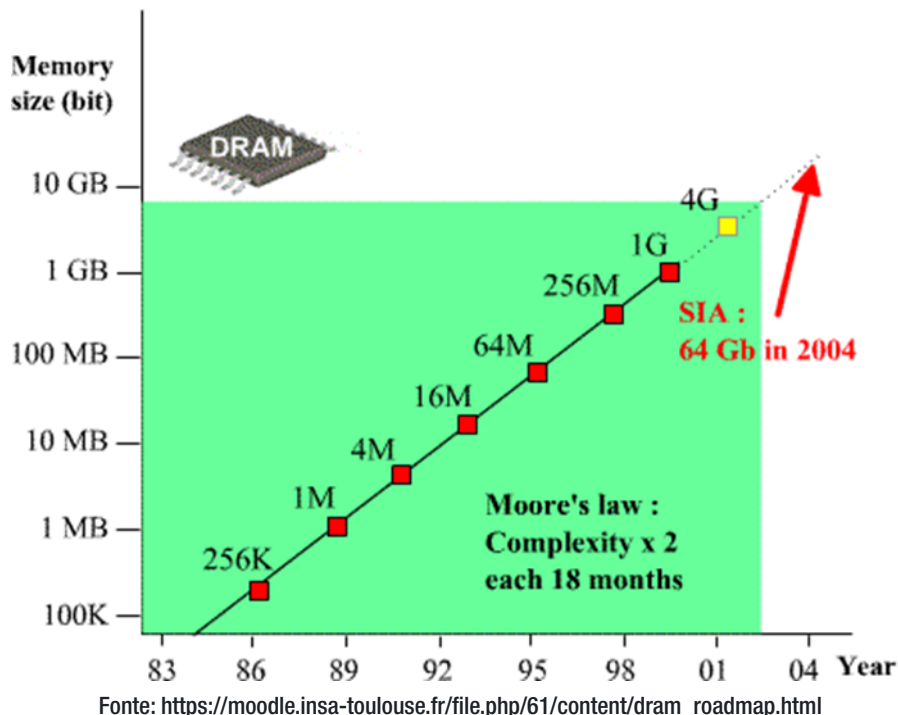
A memória de acesso aleatório (RAM) é o tipo de memória mais importante entre os semicondutores que podem armazenar dados. Dependendo de como as células de memória são realizadas por um circuito eletrônico, as RAMs são classificadas em dois tipos - RAM estática (SRAM- *Static Random Access Memory*) e RAM dinâmica (DRAM- *Dynamic Random Access Memory*).

A indústria de DRAM é uma indústria intensa em tecnologia em todo o seu processo. Especialmente, o design do produto, sua engenharia de processo e de produção envolvem um alto nível de tecnologia e de investimento. A simplicidade, baixo custo e baixo consumo de energia da memória dinâmica de acesso aleatório (DRAM), quando combinados com os primeiros microprocessadores de baixo custo, abriram as portas para pequenos computadores pessoais. Hoje, todos os PCs, notebooks, consoles de jogos e outros dispositivos de computação são carregados com chips DRAM.

A figura 2 descreve a evolução da complexidade das DRAM em termos de tamanho (número de bits). Desde a memória de 1 kilobyte produzida pela Intel em 1971, as memórias de semicondutores avançaram tanto em densidade quanto em desempenho com a produção das memórias de 4 gigabytes em 2002.

A Lei de Moore, apresentada na figura 2, capta o ritmo da melhoria contínua na indústria de semicondutores. Gordon Moore, cofundador da Intel, observou que o número de transistores em um chip dobrava a cada 12 meses. Essa tendência se manteve até 1975, quando Moore previu uma desaceleração onde o número de transistores em um chip dobra a cada 18 meses (KUMAR e KRENER, 2002).

Figura 2 - DRAM e a Lei de Moore



Sua capacidade de memória, também chamada de densidade, é medida em kilobit (1024 bits), megabytes ou gigabytes. Exemplo, um megabyte (M) é igual a 2^{20} bits ou cerca de um milhão de bits. Um bit ou dígito binário tem um valor de 0 ou 1. Fisicamente o bit é um transistor e um capacitor em uma célula RAM. Um gigabyte (GB) é igual 2^{40} bits ou cerca de um bilhão de bits (MORRIS, 1996, p. 16). No que diz respeito a memória DRAM podemos avaliar sua capacidade em termos de números de transistores, por exemplo, 64K DRAM contem cerca de 64000 transistores ou uma 1M DRAM contém cerca de um milhão de transistores.

Neste artigo iremos nos concentrar no desenvolvimento e produção em massa das memórias DRAMs que utilizam a tecnologia VLSI (*Very Large System Integration*) como foi o caso das DRAMs 1M, 4M e 16M. Esta tecnologia permite integrar centenas de milhares de transistores em único microchip de silício.

3. GERSCHENKRON, AMSDEN E O ESTADO INDUTOR

Gerschenkron

A principal contribuição de Gerschenkron (1966) para a ciência econômica foi a sua concepção de um modelo de desenvolvimento econômico dos “*late comers*”. Para ele, frequentemente, o processo de industrialização de países em desenvolvimento era bem diferente daquelas dos países desenvolvidos. A intervenção do Estado deveria compensar (e de fato compensou) o inadequado suprimento de capital, mão de obra qualificada e capacidade empresarial e tecnológica encontrada nos países seguidores (Alemanha, EUA, França).

Este autor observa, e isto é de interesse de nossa pesquisa, que existe uma tendência da parte dos países em desenvolvimento, no início de seu processo de industrialização, de se concentrarem em promover setores da atividade industrial onde o recente progresso tecnológico tem sido rápido (CHANDRASEKHAR, 2005). Existe uma série de tecnologias avançadas padronizadas (*blueprints*) que, em princípio, podem ser utilizadas pelos países em desenvolvimento, mesmo que seja com custo (ibidem). Mais que isso, a transferência de tecnologia e investimentos externos permitiria a países a usufruírem /acessarem novas tecnologias e parcialmente contornar o problema de estrutura de capital inadequado.

A substituição institucional dos pré-requisitos para a industrialização - por exemplo, a falta de um período acumulação anterior - permitiria o avanço desta. Um conjunto de substituições institucionais poderiam garantir a transformação industrial. Para Gerschenkron, o Estado seria um substituto institucional central para fomentar o desenvolvimento.

A inovação institucional alemã de criação dos grandes bancos (Deutsche Bank, etc.), durante o catch-up, forneceu acesso ao tão necessário capital para a industrialização. Trazendo esta experiência aos tempos atuais, encontramos a justificativa para criação de um banco de desenvolvimento nacional fornecedor de créditos de longo prazo.

Amsden e a industrialização tardia através da aprendizagem

Amsden (1989) observa; que Gerchenkron explorou muito bem os custos e benefícios das economias atrasadas, porém não analisou de forma sistemática o “*catching up*” como um processo de aprendizado de como competir. A alocação de subsídios tornou o Estado, além de banqueiro do desenvolvimento, um empreendedor que através de uma política de uso de subsídios pode definir o que e quanto produzir. Essa política modificou o processo de determinação dos preços relativos (AMSDEN, 1989).

Lima (2017, p. 597) apresenta algumas vertentes que buscam entender as condições econômicas que levaram ao sucesso do desenvolvimento sul-coreano. A primeira delas é a interpretação de caráter neoclássico, onde o mecanismo de preços (“preços certos”) é o alocador de recursos.

Wade ao analisar os determinantes políticos e organizacionais da política industrial do Leste Asiático, destaca a observação de Evans (WADE, 2015, pag. 75).

The famed “embedded autonomy” of the East Asian developmental State came out of co-determination between external military threats, State fiscal, legal and bureaucratic capacity, as well as State constraints on capital and especially labour (Evans, 1995).

Para Wade (1992, pg. 285), Amsden criou uma interpretação do sucesso do Leste Asiático, especificamente da Coreia, que vai contra a teoria neoclássica e a visão neoliberal. Sua interpretação inclui os seguintes pontos:

- a. O Estado na Coreia do Sul agiu como empreendedor, banqueiro, e projetista da estrutura industrial; no caso do capitalismo tardio dos países em desenvolvimento, Amsden advoga um Estado disciplinador-pro-ativo de formas a: a) estabelecer os preços errados;
- b. introduzir medidas que irão disciplinar/recompensar de formas a forçar as empresas manter um comportamento de busca de lucro “market style”. O Estado deve desenvolver mecanismo de controle. Um mecanismo de controle é um grupo de instituições que disciplina o comportamento econômico baseado no “feedback” de informações que podem ser acessadas.

Lima (2017, pag. 597) destaca uma outra vertente esta relaciona o sucesso com o cenário externo favorável ao país. Cho (2001) destaca o contexto externo favorável caracterizado pelo interesse dos EUA em expandir a sua influência econômica e política na Ásia no pós-guerras.

Medeiros observa que o incremento das exportações do Leste Asiático para a OCDE esteve associado aos interesses políticos e econômicos dos EUA pós IIa Grande Guerra. (MEDEIROS, 1997). Palma observa a influência da dinâmica regional, destacando-se a liderança do Japão que teve papel importante no incremento das exportações para a OCDE (PALMA, 2004).

Medeiros (2010) destaca um aspecto importante nas visões de Amsden e Evans e outros institucionalistas no tocante ao Estado nacional desenvolvimentista. Recorrendo a Gore (GORE, 1996) este autor desenvolveu o conceito de nacionalismo metodológico. Trata-se de um conceito incompleto pois assume que todos países enfrentam o mesmo ambiente externo. Portanto, ao analisar-se estratégias de desenvolvimento deve-se considerar a relação política entre estados territoriais como foi o caso dos pontos observados no parágrafo acima.

A análise econômica moderna de aprendizado por prática (“*learning by doing*”) dispõe sobre a redução de custos resultante da maior experiência do processo produtivo medida pelo produto acumulado (IRWIN e KLENOW, 1994). Trata-se do conceito de curva de aprendizado. Todavia, o processo de aprendizado para Amsden refere-se ao aprendizado na produção, bastante diferente do processo de “*learning by doing*” de trabalhadores individuais apresentado por Arrow (ARROW, 1962). Conforme apontam Chang e Andreani (2020, p. 331):

In fact, learning in production is at very core of the innovation process, especially in those manufacturing industries where the manufacturability of new products is the most critical step in the innovation chain, running from R&D through manufacturing to commercialization.

Revisando Amsden (1989), Wade (1992) observa diferenças que a autora aponta. Os países desenvolvidos foram direcionados por inovações schumpeterianas, enquanto os em desenvolvimento (capitalistas tardios) foram direcionados pelo aprendizado tecnológico e produtivo (*learning*). Ou seja, emprestando, adaptando e inovando em cima de desenhos estrangeiros. A nova forma de disciplina sobre o comportamento da firma é o Estado em si, e modelos schumpeterianos “*technological driven*” não levam isto em consideração. No caso dos países do Leste Asiático, estas economias que se industrializaram tardiamente na segunda metade do século XX, tiveram o nascimento de suas indústrias através do processo de aprendizagem.

Amsden (1989) argumenta que países em desenvolvimento não possuem recursos para explorar as vantagens comparativas que acompanham as tecnologias avançadas. Adicionalmente, eles são incapazes de competir somente com base na vantagem de possuir baixos salários. A autora defende veementemente a necessidade da intervenção estatal para aprimorar a base tecnológica porque a vantagem comparativa dos países em desenvolvimento decorrente dos baixos salários não funciona. Para ela, a absorção de tecnologia high-tech pode superar incentivos associados ao baixo salário e ao baixo custo.

Ela observa que países aprendizes não inovam e inicialmente devem competir através da combinação de baixos salários, subsídio estatal, aumento da produtividade e melhora na qualidade de produtos existentes. O sucesso da experiência da Coreia do Sul é resultado de um esforço deliberado em busca de adquirir maior conhecimento em torno de melhorar a sua produtividade e adaptar as tecnologias já existentes para tornar seu parque industrial dinâmico e competitivo a frente dos países industriais já estabelecidos (WADE, 1992, p. 289).

Um ponto importante a destacar no tocante ao objeto de nossa pesquisa é observado por Wade. No caso do processo de aprendizado em uma indústria siderúrgica, quando se adquire sua tecnologia, esta não se altera por décadas e desenvolve somente melhorias na engenharia de processo e do produto. Todavia, o aprendizado na indústria eletrônica, objeto de nossa pesquisa, consiste não somente em tornar a produção mais eficiente dos produtos existentes, mas também como projetar e produzir um novo produto a cada nove meses. Ou seja, aprendizado na produção e na inovação (WADE, 1990, p. 352).

Além do fator do aprendizado, e do papel do Estado sul-coreano em organizar a economia e no direcionamento dos incentivos a setores considerados estratégicos, temos que observar os grupos de negócios diversificados, os chamados *Chaebols*. A relação entre o Estado da Coreia do Sul e os grupos de negócios diversificados será tratada de maneira mais detalhada na próxima seção. A interação entre eles foi fundamental para o desenvolvimento industrial e tecnológico do país.

4. ESTADO SUL-COREANO E OS GRUPOS DE NEGÓCIOS DIVERSIFICADOS (CHAEBOLS)

O Estado Sul Coreano

Para Wade (1992, pg. 285), Amsden (1989) criou uma interpretação do sucesso do Leste Asiático, especificamente da Coreia, que vai contra a teoria neoclássica e a visão neoliberal. Destacamos alguns pontos da interpretação da autora:

- a. O Estado na Coreia do Sul agiu como empreendedor, banqueiro, e projetista da estrutura industrial.
- b. O Estado desenvolveu um mecanismo de controle. Um mecanismo de controle é um grupo de instituições que disciplina o comportamento econômico baseado no *feedback* de informações que podem ser acessadas. O “resto”² utilizou do princípio de *reciprocidade* que disciplinou os receptores de subsídios e isto diminuiu as falhas do Estado. Os subsídios foram uma forma de tornar as manufaturas rentáveis, mas não como doações. Os receptores dos subsídios tiveram sua performance monitorada por parâmetros que eram tanto redistributivos por natureza como também voltados para resultados (AMSDEN, 2003, pg. 87).

O Estado coreano escolhia a cada momento diversas indústrias como setores prioritários e garantia/fornecia suporte massivo a elas. Todavia, ocorria um controle pesado do Estado. Estas empresas eram submetidas ao controle estatal em tecnologia (métodos de produção e produtos), entrada, capacidade de expansão e preços. A ferramenta de monitoramento mais importante era os “*policy loans*”. Os violadores das restrições poderiam ser severamente punidos. Havia um sistema severo de monitoramento da performance de exportações mensais. O Estado estava bem informado, condição fundamental para uma política industrial efetiva. (CHANG, 1993, pg. 138):

² A autora define o “resto” envolvendo países como Coreia, China, Índia, Malásia, Brasil, etc. (AMSDEN, 2004, pg. 83, AMSDEN, 2003).

c. O Estado não só promoveu o crescimento dos conglomerados (*Chaebols*), mas também disciplinou esses conglomerados, por meio do sistema de “*performance based allocation*”.

Os Chaebols

Define-se Chaebols como grandes conglomerados empresariais privados de caráter familiar. Não foram apenas os esforços estatais que tiveram grande peso na formação de um parque industrial dinâmico e intensivo em tecnologia. Os grupos de negócios diversificados –*Chaebols*– também tiveram grande participação no processo através dos incentivos concedidos pelo Estado coreano.

O tamanho dos *Chaebols* e sua diversificação contribuíram para que as firmas sul-coreanas sobrevivessem aos desafios da industrialização tardia, ingressassem em inúmeros mercados internacionais e, principalmente, superassem a necessidade de firmas multinacionais para direcionar investimentos em setores industriais alvos. Dessa forma, mesmo com a extrema dependência de empréstimos externos, a Coreia do Sul não teve grandes aportes de Investimento Direto Externo fora dos setores que eram intensivos em trabalho (AMSDEN, 1989, p.9).

Amsden (1989) chama atenção para o grau de diversificação dos grupos de negócios sul-coreanos. Os grandes conglomerados americanos, como General Motors e General Electric, que são altamente diversificados em produtos relacionados, por outro lado, os *Chaebols* estão presentes em mercados de produtos não adjacentes. Isso pode ser observado no caso do conglomerado Samsung que está presente em segmentos como maquinaria pesada, eletrônicos, microeletrônicos, serviços financeiros e entretenimento.

Além dos recursos financeiros advindos tanto dos empréstimos externos quanto aqueles providos pelos bancos sob domínio governamental, a própria estrutura de gerenciamento dos conglomerados foi um fator chave para a superação das barreiras relacionada aos recursos financeiros. Os *Chaebols* apresentam uma organização interna hierarquizada e centralizada. Esse tipo de gerenciamento de empresa permite suporte rápido e unificado para novas áreas de negócios.

Esses conglomerados podiam receber capital de risco de longo prazo por meio do financiamento cruzado. As empresas que se encontram sob o domínio do conglomerado detêm ações das outras empresas do grupo, por isso, o capital pode ser transferido de uma empresa para outra. Essa propriedade cruzada apresentada pelos *Chaebols* sul-coreanos provou-se um grande benefício para as empresas do país entrantes em setor intensivo em capital.

Por conta disso, os grupos de negócios diversificados poderiam suportar uma estratégia de longo prazo, apesar da ocorrência de perdas financeiras iniciais. Sendo assim, as firmas sul-coreanas estavam mais bem equipadas para sobreviver a dificuldades financeiras do que muitas empresas americanas ou europeias. Isso pode ser observado no caso da Hyundai. O CEO deste conglomerado autorizou que o negócio de semicondutores da empresa auferisse rendimentos negativos nos primeiros cinco anos de operação. Além disso, os lucros das outras empresas do conglomerado eram redirecionados para essa nova área de negócio (KIM, 1989, p.291-292).

5. O ESTADO SUL COREANO E O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DE SEMICONdutores DRAMS

Construindo Capacidades - Coreia nos anos 1970 e 1980

Esta seção tem como objetivo identificar as estratégias utilizadas pelo Estado e pelas firmas sul-coreanas que condicionaram o surgimento e o desenvolvimento da indústria de semicondutores no país. Nossa ênfase será no caso das memórias DRAMs. A periodização que iremos adotar segue MATHEUS e CHO (2000) e WADE (1990), abordando a construção de capacidades da Coreia nos anos 1970 e 1980.

A construção de capacidades envolve esforço em todos os níveis: aquisição, produção, engenharia de processo ou produto, gestão de qualidade, manutenção, controle de estoque, logística de saída, marketing e links externos (LALL, 2003).

Portanto, é mister compreender como a tecnologia evoluiu e, a partir daí, pensar o desenvolvimento como um aprendizado de como beneficiar-se destas oportunidades cambiantes. Exemplificando, o advento da revolução da informática mudou a condição que estava presente no período de ISI (Industrialização por Substituição de Importação). Esta criou opções

diferentes e viáveis. Todavia, faz-se necessário, nas palavras de Lall, a construção de capacidades produtivas (requerimentos institucionais) para conviver/lidar com o novo paradigma de redes flexíveis.³

Primeiro estágio, antes de 1974 - Investimento Direto Externo

O primeiro estágio da evolução da indústria de semicondutores sul-coreana consistiu na preparação dessa indústria. Nesse estágio, houve transferência para a Coreia do Sul das operações de testagem e encapsulamento dos *chips* produzidos por empresas estrangeiras,⁴ e, também, a expansão da educação técnica e a criação do *Korea Institute of Science and Technology* (KIST).

Nesta etapa, nos anos 1960, apesar de política restritiva ao Investimento Direto Externo (IDE) por parte do Estado, foi permitido este tipo de investimento no setor de semicondutores. Nesse primeiro momento não ocorreu transferências substanciais de tecnologia entre as empresas estrangeiras e as coreanas. Porém, a interação entre elas permitiu a criação das bases da indústria de semicondutores no país e desenvolveu uma parcela de mão de obra qualificada com conhecimento dessa indústria (MATHEWS e CHO, 2000, p. 115).

De acordo com Kim (2005), a indústria de semicondutores sul coreana surgiu quando diversas empresas multinacionais de capital americano, tais quais Signetics, Fairchild, Control Data e AMID, começaram a internacionalizar partes de suas operações e transferiram a etapa de montagem dos dispositivos feitos de silício, caracterizando a etapa de *back-end*,⁵ para a Coreia do Sul devido ao custo de mão de obra inferior. Posteriormente as empresas japonesas seguiram essa tendência.⁶ As operações consistiam em processos simples de montagem e encapsulamento nas subsidiárias coreanas dessas empresas. Todas as peças eram importadas da matriz. Depois do processo de montagem, eram reexportadas para os consignatários. Essa etapa de operação demandava baixa qualificação de mão de obra e envolvia pouca transferência de projetos de engenharia para o país (KIM, 2005, p. 227).

Segundo estágio (1974-1981) - Adquirindo e Transferindo Tecnologias

Nesse período, a indústria de televisores e aparelhos domésticos coreana estava se defrontando com limitações tecnológicas e apresentava grande dependência de fornecedores estrangeiros, principalmente japoneses, para componentes básicos, como os chips que operavam estes produtos eletrônicos. Essas limitações apresentadas pelo setor fizeram com que uma agenda de políticas fosse providenciada para fomentar a produção de semicondutores no país, destacando a necessidade de desenvolver capacidades tecnológicas mais avançadas de semicondutores. Com isso, constituiu-se um novo estágio na formação da indústria de semicondutores no país.

A necessidade de avançar na fronteira tecnológica fez com que o Estado atuasse em diversas frentes para acelerar a constituição da indústria de alta tecnologia no país. Dentre as iniciativas promovidas, estava a criação do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia voltado para a formação de setores de alta tecnologia, a criação de institutos de pesquisa tanto ligados à produção de estudos tanto científicos quanto econômicos, como é o caso do KIET (*Korean Institute of Industrial Electronic Technology*), criado em 1976, e treinamentos destinados à formação de mão de obra qualificada.

Nesse estágio, a aquisição de tecnologia ocorreu através de licenças e acordos de transferência tecnológica concedidos por firmas americanas e japonesas, sendo esses acordos intermediados pelas agências governamentais. Associado aos interesses geopolíticos americanos e japoneses destacado na seção 3, outro interesse das empresas desses dois países em licenciar tecnologia, estava no pagamento de royalties feito pelas empresas coreanas para ter acesso à tecnologia. A tabela 2, abaixo, apresenta os principais acordos de transferência de tecnologia acertados pelo no país.

³ Mais detalhes sobre construção de capacidades produtivas: <https://unctad.org/topic/least-developed-countries/productive-capacities-index#:~:text=%22Productive%20capacities%20are%20the%20productive,help%20it%20grow%20and%20develop.%22>

⁴ Operações *back-end* da cadeia produtiva descrita anteriormente.

⁵ Em oposição à fabricação do componente (*front-end*).

⁶ No ano de 1973, pelo menos sete empresas japonesas tinham instalações na Coreia do Sul. O investimento da empresa Toshiba foi crítico para a constituição do primeiro complexo eletrônico industrial do país, situado na cidade de Kumi. (MATHEWS e CHO, 2000, p. 110-113).

Tabela 2 – Acordos de Transferência Tecnológica, 1972-1980

Year	Korean organisation	Partner	Technology
1972	Goldstar	Nat Sem. (US)	Transistor prod [†]
1975	KESEC	ICII (US)	LSI IC fabrication*
1976	Taihan	Fujitsu (Jpn)	LSI IC fab**
1977	KTC	ITT (US)	Telecom ICs fab***
1978	Korea Explosives	Nat Sem. (US)	Transistor/IC fab ^{††}
1978	KIET	VLSI Tech (US)	VLSI IC fab: pilot
1979	KEC	Toshiba (Jpn)	Transistor prod
1980	Goldstar	Western Electric (AT&T) (US)	Telecom ICs fab

Note: [†] Collapsed in 1974.

* Taken over by Samsung in 1977–78.

** Taken over by Goldstar in 1979.

*** Taken over by Samsung in 1980.

^{††} Collapsed 1979.

Fonte: Adaptado de Matheus e Cho (2000, p. 119)

Wade (1990) nota que o KIET foi um instituto de pesquisa pública. Suas atribuições envolviam planejar e coordenar a P&D em semicondutores, além de importar, assimilar e disseminar tecnologia estrangeira. Também fornecia assistência técnica para as empresas coreanas. O KIET operava em colaboração próxima com as empresas coreanas. O autor observa que merece destaque a criação, em 1978, do escritório de representação do KIET na Vale do Silício. Esta representação auxiliou, entre outras coisas, as empresas coreanas a encontrarem técnicos que poderiam colaborar no esforço de desenvolvimento da indústria (poderiam ser expatriados ou não). Ainda, participou ativamente nas negociações envolvendo transferência de tecnologia entre empresas estrangeiras e coreanas.

Como podemos observar na tabela 2, em 1978/79, o KIET abriu uma fábrica piloto de *wafer* com a empresa americana VLSI Technology, visando a produção de circuitos integrados (CI) que utilizavam a tecnologia VLSI. A fábrica pretendia produzir 16K DRAMs (WADE, 1990, p. 314). Isto permitiria o país tornar-se um fabricante de produtos high-tech.

Terceiro Estágio (1982-1988) -Adquirindo e aprendendo a tecnologia VLSI⁷

That's just what is happening now, and the goal is to position Korean chip-makers as major players in the world industry by 1991....The impetus came from the president, and the muscle behind the program--called the VLSI Project-is coming from commitments by three of the largest Korean conglomerates [Hyundai, Goldstar, and Samsung].(ELETRONICS, p.198, apud, AMSDEN, 1989, p. 83)

O fim da década de 1970 e o início da década de 1980 foram marcados pela conclusão do Quarto Plano Quinquenal, que tinha maior ênfase na promoção da indústria química e pesada do país, e pelo assassinato do então presidente militar, Park Chung Hee. Teve início um novo governo autoritário comandado pelo general Chun Doo Hwan. O governo Chun tinha grande interesse no ingresso no segmento de memórias para se posicionar competitivamente em relação aos americanos e japoneses no mercado internacional de semicondutores. Dessa maneira, essa nova etapa demandava um maior comprometimento de recursos tanto das empresas quanto do Estado em relação à etapa anterior.

Wade (1990) observa que, como na etapa anterior, alguns dos grandes *Chaebols* coreanos com grande presença na produção de bens de consumo eletrônicos estavam interessados em investir na produção de semicondutores avançados. Eles demandavam uma quantidade representativa destes componentes e estavam vulneráveis aos seus fornecedores externos, principalmente japoneses.

⁷ Tecnologia de microeletrônica que integra uma grande quantidade de dispositivos eletrônicos (transistores) numa pastilha (chip) de silício.

O Quinto Plano Quinquenal (1981-1986) foi lançado em conjunto com Plano de Promoção de Longo Prazo para a Indústria de Semicondutores (PPLPIS). O PPLPIS visava a continuação da evolução dessa indústria e, também, pressionava os *Chaebols* a fazerem compromissos sérios em relação aos planos de desenvolvimento do Estado. Este plano demandava um investimento público de US\$400 milhões. Tratava-se de um nível de investimento dez vezes maior do que qualquer um feito até então pelo Estado (MATHEWS e CHO, 2000, p.119-120). Desse total, US\$ 350 milhões eram créditos subsidiados para o período, destinados aos quatro *Chaebols* principais produtores de semicondutores (WADE, 1990, p. 315).

O PPLPIS favoreceu a etapa de manufatura dos *chips* de memória em relação às etapas de testagem e encapsulamento dos semicondutores. A escolha do incentivo à etapa de *front-end* sobre a etapa de *back-end* estava ligada a dois fatores principais. O primeiro deles era que os semicondutores de memória já se encontravam em um estágio de padronização de produto, o que facilitava a produção em massa desse componente.

Além disso, à época do PPLPI, os designs dos chips poderiam ser licenciados pelas firmas americanas atuantes no Vale do Silício e a tecnologia envolvida no processo de fabricação poderia ser adquirida através do mercado aberto por meio da aquisição de bens de capital, principalmente de firmas japonesas.

Outro fator que contribuiu para a priorização da etapa de manufatura desse tipo de Circuito Integrado (CI) foi a crescente demanda mundial por produtos eletrônicos, tais quais computadores, dispositivos de telefonia e eletrodomésticos, o que levou a uma maior demanda por chips de memória. Existia grande demanda mundial pelos DRAMs (MATHEWS e CHO, 2000, p.119-120).

Porém, diferentemente daquilo que as agências governamentais esperavam, a aquisição de tecnologia de produto e processo para implementar a estratégia do país em entrar nesse segmento não foi uma tarefa fácil. As firmas japonesas e americanas se recusaram a licenciar a tecnologia VLSI para os *Chaebols* coreanos. A dificuldade de acesso à tecnologia americana e japonesa estava ligada à intensa competição no mercado internacional de semicondutores entre esses dois países. Os EUA e o Japão não tinham interesse em competir por fatias do mercado com um terceiro país.

Dessa forma, os grupos de negócios diversificados, ao invés de negociarem acordos de licenças tecnológicas com as principais empresas atuantes no mercado de circuitos integrados de memória, identificaram, dentro do Vale do Silício, pequenas empresas americanas de semicondutores em situação financeira difícil dispostas a vender seus projetos e processos de chips para os coreanos (KIM, 2005, p.230).

Merece destaque o favorecimento, por parte do Estado, dos *Chaebols* na extremamente regulada indústria de telecomunicação do país. A intenção do Estado era favorecer os “campeões nacionais” de semicondutores (Samsung, Goldstar e Daewoo) neste segmento lucrativo. O Estado realizou um investimento multibilionário na expansão e modernização do setor, sendo a maior parte direcionado a estes “campeões”. Estes *Chaebols* puderam realizar *joint ventures* com multinacionais como ITT e ATT. Em troca do retorno proveniente da garantia de mercado, estas multinacionais transferiam tecnologia em telecomunicação e semicondutores para as empresas coreanas. Além disso, os altos lucros obtidos nesse setor permitiram investimentos cruzados do setor de telecomunicação para o setor de semicondutores (WADE, 1990, p. 314).

A partir dos anos 1980 até 1999, o Estado sul-coreano, assim como os EUA (BHAGWATI, 1989), adotou salvaguardas previstas no GATT na forma de AVRE (Acordo Voluntário de Restrição às Exportações). O objetivo era proteger suas indústrias estratégicas. Estes acordos suspendiam as importações de automóveis e produtos eletrônicos do Japão, seu principal concorrente, isto auxiliou a Coreia do Sul a desenvolver a sua indústria baseada no conhecimento (AMSDEN, 2003).

No ano de 1985, o mercado global de semicondutores desacelerou, impactando diretamente as firmas coreanas entrantes no setor de memórias, que foram forçadas a cortar operação em novas plantas e passaram a presenciar perdas financeiras (BYUN e AHN, 1989, p.643-644).

Na metade da década de 1980, em 1986/87, os EUA e Japão resolveram suas disputas sobre o mercado através do Acordo de Comércio dos Semicondutores que suspendia investigações de dumping por parte do Japão no mercado de DRAMS. Este seguia a lógica da política “protecionista” dos EUA e seus AVREs (Acordos Voluntários de Restrição às Exportações) (BHAGWATTI, 1989). Esta política visava forçar o Japão a abrir seu mercado e estabelecia uma participação mínima dos EUA. O acordo assinado entre as partes limitava o acesso japonês ao mercado americano e impunha um preço mínimo para os produtos semicondutores comercializados no mercado internacional. Isso favoreceu os produtores coreanos, pois permitiu acesso ao mercado americano. Some-se a isso, o fato de que os preços dos semicondutores no mercado internacional estavam em um patamar mais elevado do que aquele previsto pelas empresas (YOSHIMATSU, 1998).

Quarto estágio (1989-1995) - produzindo tecnologias e criando produtos high-tech, 1M, 4M e 16 M DRAMs

Em 1986, a retomada do aquecimento da demanda internacional por semicondutores que utilizavam a tecnologia VLSI gerou uma nova corrida tecnológica entre os principais concorrentes para o desenvolvimento da nova geração de chips de memória 1M DRAM. Para as empresas coreanas Samsung e Hyundai, o desafio estava na produção dessa memória sem o licenciamento de tecnologias e aquisição de produtos estrangeiros. Por conta disso, a assistência do Estado era fundamental para que os coreanos conseguissem desenvolver esse produto.

Em 1984, o KIET, pioneiro no domínio da tecnologia de semicondutores de escala média como o 16K DRAM, reconheceu a superioridade manufatureira dos *chaebols*. Ele deixou para estes o desenvolvimento e produção das DRAMs relacionadas ao próximo estágio, a 64 K DRAM. Seu nome foi alterado para ETRI - *Electronic Technology Research Institute*. O KIET também deixou a comercialização a cargo dos *chaebols* e passou a dedicar-se a pesquisa em semicondutores, telecomunicação e computadores. Sobre o surgimento do ETRI, em 1986, o CEO da Samsung enviou um plano de criação de um consórcio coordenado pelo instituto governamental de pesquisa industrial de tecnologia ETRI voltado para o desenvolvimento de um projeto de memória 1M DRAM.

Dessa forma, o projeto foi coordenado pelo Ministério do Comércio e da Indústria, sendo financiado pelos fundos governamentais e executado pelos laboratórios governamentais de pesquisa e pelas próprias instituições de pesquisa das empresas. O principal objetivo das empresas e do Estado coreano com esse projeto era desenvolver design de produto e processos de manufatura necessários para a produção desse chip. Sendo assim, uma parceria entre Estado e empresas privadas foi feita através do estabelecimento de um fundo destinado ao desenvolvimento do semicondutor de memória 1M DRAM₈ (MATHEWS e CHO, 2000, p.128-129).

Neste projeto, foram alocados US\$ 175 milhões para R&D para os quatro gigantes visando o desenvolvimento do 4M DRAM. Isto representou um grande passo para a indústria pois este tipo de semicondutor é considerado um *technological driver*. Em 1986, o Estado institui uma rede nacional de computadores envolvendo centenas de milhões de dólares. A maioria dos contratos para a criação desta rede foram alocados para as empresas coreanas (WADE, 1990, p. 316).

Ao final da década de 1980, as firmas coreanas já tinham obtido sucesso em conquistar o mercado americano e estavam começando a expandir para a conquista do mercado europeu, porém, o mercado japonês ainda se encontrava fechado para os coreanos. Diante do massivo investimento realizado nessa indústria, a Coreia do Sul conseguiu superar as barreiras de entrada desse setor e adquiriu em um curto espaço de tempo a produção em escala dos chips de memória. Além disso, os conglomerados do país, diante do rápido ciclo de vida de produto, tiveram que criar sua própria capacidade de desenvolver seus próprios produtos sem a dependência de tecnologia importada, como foi o caso do desenvolvimento do chip de memória 4M DRAM.₉

À medida que as empresas fabricantes de produtos intensivos em tecnologia se desenvolviam e passavam a ter sucesso no mercado internacional, o Estado sul-coreano passou a dedicar maior atenção para as atividades internas de P&D. Por isso, ao final da década de 1980 e início da década de 1990, o enfoque da política tecnológica sul-coreana voltou-se para a promoção do desenvolvimento de capacidade de P&D interno para dar competitividade aos produtos coreanos no mercado internacional.

De acordo com Kim (2005), o Estado sul-coreano utilizou de mecanismos ligados a investimentos diretos em P&D e pacotes de incentivos indiretos à pesquisa nacional. Os investimentos diretos tinham como objetivo principal a composição de uma infraestrutura nacional voltada para a promoção de ciência e tecnologia através das universidades e institutos de pesquisa do Estado. Já os incentivos indiretos consistiam em estímulos financeiros e tributários voltados para a atividade de pesquisa e desenvolvimento das empresas privadas.

Portanto, a fase de propagação do desenvolvimento da indústria de semicondutores foi inicialmente guiada por uma intensa e cara aquisição tecnológica, sendo seguida de um enorme esforço por parte das empresas em internalizar, sintetizar e melhorar essa tecnologia por elas mesmas. Além desse esforço em absorção tecnológica, o custo de entrada no setor também foi significativo. O investimento total para a produção de chips de memória DRAM desembolsado tanto pelo Estado quanto pelas firmas privadas foi US\$4 bilhões no final de 1989 devido à cobrança de royalties pelas firmas americanas por conta do fornecimento de projetos e designs relacionados aos semicondutores. Esse era o custo a ser pago para um desenvolvimento industrial acelerado guiado por meio da aquisição de alta tecnologia.

⁸ A Goldstar e a Hyundai iniciaram a produção e comercialização em massa deste tipo de memória, dezoito meses após a Samsung (MATHEWS e CHO, 2001, p. 149).

⁹ Como observado por Wade o aprendizado na indústria eletrônica, envolve o processo de aprendizado na produção e na inovação (WADE, 1990, p. 352).

1989 - o grande salto

Como podemos observar pela Tabela 3, por meio de uma estratégia de fabricação focada em produtos de dispositivos de memória DRAM, a indústria coreana foi ganhando vantagem competitiva no mercado mundial, escalando a posição de seus fabricantes e diminuindo a distância com os países avançados.

Tabela 3 - Comparação do tempo para produção de massa das DRAMs

Memória DRAM	64K	256K	1M	4M	16M
Países Desenvolvidos	1980	1982	1985	1989	1992
Coreia do Sul	1984	1985	1987	1990	1992
Na linha					
Diferença de tempo (anos)	4	3	2	1	0

Fonte: KIET, Adaptado de BYUN (1994, pg. 713).

O mercado global para cada geração de DRAM expandiu substancialmente. Ilustrando, o pico da produção em massa da 4K DRAM de 110 milhões de unidades foi alcançado em 1978. O pico da produção da 16K DRAM de 230 milhões foi alcançado em 1984. O pico da 64k de 810 milhões foi atingido em 1984. Em 1990, a produção da 1M DRAM atingiu seu pico de 790 milhões. Em 1995 o pico da produção em massa da 4M DRAM foi de 1,6 bilhões de unidades (MATHEWS e CHO, 1999, p. 151).

Em 1988, a Samsung desenvolveu o protótipo da 4M DRAM, somente seis meses atrás da japonesa Toshiba, líder do setor. Em 1989 ela já estava exportando este componente.¹⁰ O preço das memórias chips começaram a crescer no mercado internacional. Neste ano, a Coreia já era o terceiro produtor de memórias chips atrás respectivamente do Japão e dos EUA (WADE, 1990, p. 316).

Wade (1990) ilustra o suporte do Estado para o desenvolvimento da memória 4M DRAM. Em 1987, o *leverage* da empresa de semicondutores do *chaebol* Samsung era de 7 para 1, sendo a maioria do endividamento com bancos. Dado que a época o Estado controlava o sistema financeiro do país, fica claro este suporte através das *policy loans* mencionada por Chang (CHANG, 1999, pg. 138).

Em 1989, a Samsung formou um acordo de licenciamento de 13 anos com a IBM. Através deste, a primeira teria acesso a carteira de patentes da última relativo ao desenho e produção de semicondutores. A empresa coreana tornou-se a única, em países em desenvolvimento, a ter acesso a tecnologia *syncontron*, colocando a empresa na fronteira tecnológica da produção de semicondutores (WADE, 1990, p. 317).

Resumindo, no período entre 1984-1992, a taxa média de crescimento anual da indústria de semicondutores sul-coreana foi de 25,5 %, duas vezes e meia em relação a mesma taxa da indústria mundial de semicondutores. Além disso, em 1992, a produção total de semicondutores foi de US\$ 7,8 bilhões, 11,9% do mercado mundial. Além disso, dispositivos de memória especializados, como DRAM e SRAM (memória estática de acesso aleatório), representam 17,2% do mercado mundial de CIs de memória. A Coreia do Sul se transformou no segundo maior produtor mundial de DRAM, detendo 24,3% do mercado mundial de DRAM em 1992 (BYUN, 1994, pág. 708).

Apesar do avanço tecnológico significativo da indústria de semicondutores na Coreia do Sul diante da utilização da tecnologia VLSI nos anos de 1980, o impacto dos produtos das empresas nacionais no mercado mundial ainda era modesto. Porém, com o desenvolvimento do protótipo do chip de 4M DRAM através de um projeto financiado pelo Estado, as empresas sul-coreanas passaram a ter relevância competitiva no mercado internacional. No ano de 1994, os coreanos já tinham conquistado 40% do mercado internacional das memórias de 16M DRAM, sendo um resultado memorável para uma indústria de apenas uma década de existência (MATHEWS e CHO, 2000, p. 135-136).

¹⁰ Em 1991 a Hyundai começou sua produção em massa deste high-tech componente (MATHEWS e CHO, 1998, p. 150).

A política industrial cumpriu seu papel no período analisado. A partir de 1993, com o início da administração Kim Young Sam, o Estado sul-coreano desativou sua política industrial com exceção ao apoio em R&D em algumas indústria high-tech (CHANG, 2000).

6. CONCLUSÕES

O debate sobre o papel do Estado Sul Coreano e sua política industrial (PI) na implantação de sua indústria de semi-condutores é complexo e heterogêneo. Poderíamos tentar colocá-lo em uma moldura analítica. De um lado as conclusões de que a PI adotada no período poderia ser aplicada em outros países na base “one size fits all” através de um estado desenvolvimentista, negligenciando as críticas ao nacionalismo ideológico, críticas essas, que foram corroboradas por pontos levantados por Palma e Medeiros neste artigo.

De outro lado, a visão do influente estudo do Banco Mundial (1993) e sua conclusão de que o Estado da Coreia do Sul deu uma contribuição significativa, para o desenvolvimento industrial do país. Todavia, se algum país tentar replicar o modelo, não seria mais possível.

Para destacarmos os pontos importantes de nossa pesquisa e sua contribuição para ações futuras de países em desenvolvimento recorremos a Chang e Andreoni (2020). Os autores observam que à primeira vista, as significativas mudanças ocorridas nos últimos trinta anos, a destacar o predomínio das cadeias globais de valor (CGV) e mudanças nas regras do funcionamento do sistema econômico global, parecem ir contra o papel do Estado e da política industrial nos dias de hoje.

Todavia, considerando as mudanças destacadas acima, eles advogam o papel do Estado e sua política industrial como gestor de conflitos e como redutor das incertezas através da garantia da demanda, utilizando-se de diversas ferramentas de política industrial como as que apresentaremos neste artigo. Destacamos algumas questões levantadas que podem servir de ferramentas para experiências futuras.

Compras do Setor Público

Como sabemos existe uma pressão muito grande para que os países em desenvolvimento subscrevam ao acordo plurilateral da OMC envolvendo as compras do setor público (CSP). O propósito do acordo plurilateral é abrir as CSP à competição internacional. A experiência sul coreana estudada vai contra essa pressão e destaca a importância da CSP como instrumento de PI.

O Estado sul-coreano, diversas vezes, utilizou-se das compras governamentais como instrumento de sua PI. Exemplificando, no início dos anos 1980, os “campeões nacionais” de semicondutores (Samsung, Goldstar e Daewoo) foram favorecidos no investimento multibilionário de expansão e modernização da regulada e extremamente lucrativa indústria de telecomunicação do país. Isto permitiu os *Chaebols* realizarem acordos de *joint ventures* com multinacionais como, por exemplo, a ITT e a ATT. Os primeiros receberam como contrapartida, pela garantia deste lucrativo mercado dividido, transferências de tecnologias em telecomunicação e em semicondutores.

Outro exemplo do uso das compras governamentais como instrumento da PI ocorreu em 1986, quando o Estado, através de investimento de milhões de dólares, instituiu uma rede nacional de computadores. A maioria dos contratos foram alocados para as empresas do país.

Tratamento com as CGV ou transnacionais (TNC)

Nos anos 1960, apesar de política restritiva ao IDE por parte do Estado, foi permitido este tipo de investimento no setor de semicondutores. Esta permissão possibilitou a interação entre as empresas coreanas e estrangeiras, nem tanto no tocante a transferência de tecnologia, porém propiciou o início da criação das bases da indústria de semicondutores no país.

Durante o Terceiro Estágio (1982-1988) o Estado realizou um investimento multibilionário na expansão e modernização do setor de telecomunicações, sendo a maior parte direcionado aos “campeões nacionais”. Estes *Chaebols* puderam realizar *joint ventures* com multinacionais como ITT e ATT. Em troca do retorno proveniente da garantia de mercado, estas

multinacionais transferiam tecnologia em telecomunicação e semicondutores para as empresas coreanas. Além disso, os altos lucros obtidos nesse setor permitiram investimentos cruzados do setor de telecomunicação para o setor de semicondutores

Políticas de “Learning”

Na definição de Amsden (1989) os esforços da PI da Coreia do Sul foram direcionados pelo aprendizado tecnológico e produtivo (*learning*). Ou seja, emprestando, adaptando e inovando em cima de desenhos estrangeiros. Para ela, a absorção de tecnologia high-tech pode superar incentivos associados ao baixo salário e ao baixo custo.

O sucesso da experiência da Coreia do Sul é resultado de um esforço deliberado em busca de adquirir maior conhecimento em torno de melhorar a sua produtividade e adaptar as tecnologias já existentes para tornar seu parque industrial dinâmico e competitivo a frente dos países industriais já estabelecidos.

Estado Provedor de Recursos

Na segunda metade dos anos 1980, o substituto do KIET, o instituto governamental ETRI coordenou um consórcio cujo projeto envolvia o desenvolvimento da memória 1M DRAM financiado por fundos governamentais. Este projeto, também envolveu US\$ 175 milhões para R&D para os quatro gigantes visando o desenvolvimento do 4M DRAM.

O PPLPIS, lançado em conjunto com o Quinto Plano Quinquenal (1981-1986) do país, envolveu investimento público de US\$ 400 milhões, sendo cerca de 90 % eram créditos subsidiados destinados para os quatro principais *Chaebols* produtores de semicondutores. Este valor representou dez vezes mais que qualquer outro investimento feito pelo Estado.

Resumindo, a política industrial cumpriu seu papel no período analisado e a Coreia do Sul se tornou o segundo maior produtor de DRAMs em 1992, detendo 24,3 % deste mercado. Em 1993, com o início da administração Kim Young Sam, o Estado sul-coreano desativou sua política industrial.

Este artigo buscou analisar o papel do Estado da Coreia do Sul e sua PI na implantação da indústria de memória DRAM, esperamos que os pontos levantados possam contribuir para debate atual no tocante a política industrial e desenvolvimento econômico.

7. REFERÊNCIAS

- AMSDEN, A. H., (1989). *Asia's next giant: South Korea and late industrialization*. Oxford University Press on Demand, 1989
- AMSDEN, A. (2003). “Industrialization under new WTO law”, in TOYE, J. ((ed.), *Trade and Development: Directions for the 20th Century*. Cheltenham: Edward Elgar.
- ARROW, K. J. (1962), “The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*, 29(3).
- BANCO MUNDIAL (1993), *The East Asian Miracle: Economic Growth and Public Policy*. Nova Iorque: Oxford University P
- BHAGWATI, J. (1989), *Protecionismo versus livre comércio*. São Paulo: Nórdica
- BYUN, B. M. e AHN, B-H. (1989), “Growth of the Korean semiconductor industry and its competitive strategy in the world market. *Technovation*, v. 9, n. 8.
- CHANDRASEKHAR, C. P. (2005), “Alexander Gerschenkron and Late Industrialization”, em JOMO, K. S., *The Pioneers of Development Economics*. Nova Iorque: Zed Books.
- CHANG, H-J. e ANDREONI, A. (2020), “Industrial Policy in the 21st Century”. *Development and Change*, No 51 (2):324-351
- CHANG, H-J (1993). “The Political Economy of Industrial Policy in Korea”, *Cambridge Journal of Economics*, 17
- CHANG, H-J. (2000). “The Hazard of Moral Hazard: Untangling the Asian Crisis”, *World Development* Vol. 28, No. 4, pp. 775-788.
- CHO, Y. J. The international environment and Korea's economic development during 1950s-1970s. *Research Series on International Affairs*, v. 2, 2001.
- DOSI, G. (1984), *Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry*. Londres: Macmillan.

- FAST COMPANY (2015), "1995: The Year Everything Changed" Disponível: <https://www.fastcompany.com/3053055/1995-the-year-everything-changed>. Acesso: 11 out. 23
- EVANS, P. (1995). *Embedded Autonomy: States and Industrial Transformation*. Princeton, NJ, Princeton University Press
- FILIPPIN, F. (2016), *Estado e desenvolvimento: a indústria de semicondutores no Brasil*. 2016. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/19660>. Acesso: 04 de set. 2022
- GERSCHENKRON, A. (1966). *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Cambridge, MA: Belknap Press.
- GORE, C. (1996), "Methodological Nationalism and the Misunderstanding of East Asian Industrialization", *European Journal of Development Research*, vol. 8, No 1.
- GUTIERREZ, R. M. V. e MENDES, L. R. (2009), "Complexo eletrônico: o projeto em microeletrônica no Brasil". *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 30, p. 157-209, set. 2009. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2404>. Acesso: 04-de set. 2022
- IRWIN, D. A. e KLENOW, P.J. (1994) "Learning-by-Doing Spillovers in the Semiconductor Industry", *Journal of Political Economy*, Vol. 102, No. 6.
- KIM, E. M. (2015). "Korea's evolving business-government relationship". *The Practice of Industrial Policy*, v. 103, 2015. Disponível em: <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/31446/628111.pdf#page=130> Acesso: 28 de mai. de 2022
- KUMAR, S. e KRENNER, N. (2002), "Review of the Semiconductor Industry and Technology Roadmap", *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 11, No. 3
- LALL, S. (2003), "Technology and industrial development in an era of globalization", em CHANG, H-J, (ed.). *Rethinking development economics*. Londres: Anthem Press.
- MATHEWS, J. A. e CHO D-S. (1999). "Combinative capabilities and organizational learning in latecomer firms: The case of the Korean semiconductor industry". *Journal of World Business*, v. 34, n. 2.
- MATHEWS, J. A. e CHO D-S. (2000). *Tiger technology: The creation of a semiconductor industry in East Asia*. Cambridge: Cambridge University Press.
- MCKINSEY & COMPANY (2022). *Strategies to let in the semiconductor world*. 2022. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/strategies-to-lead-in-the-semiconductor-world>. Acesso: 11 de set. de 2022
- MEDEIROS, C. (1997), "Globalização e a inserção internacional diferenciada da Ásia e da América Latina". In: TAVARES, Maria da Conceição; FIORI, José Luís. *Poder e dinheiro*. Rio de Janeiro: Vozes.
- MORRIS, F. A. (1996). "Semiconductors: the building blocks of the information revolution", *Monthly Labor Review*, Vol. 119, No. 8.
- OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2019). *Measuring distortions in international markets: the semiconductor value chain*. 234. ed. Paris: OECD Publishing, 2019. Disponível em: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/8fe4491d-en.pdf?expires=1662925988&id=id&accname=guest&checksum=9DE30CB4FF-5CA6538ACD15789973FF0B>. Acesso: 11-de set. 2022
- PALMA, G.(2004), "Gansos Voadores e Patos Vulneráveis". In: FIORI, José L., *O Poder Americano*. Petrópolis: Vozes.
- REINSCH, W.A., BENSON, E. e ARASASINGHAM, A. (2022), "Securing Semiconductor Supply Chains an Affirmative Agenda for International Cooperation", *Center for Strategic and International Studies (CSIS)*
- SYRACUSE (2014), "1994 in technology: What the Internet, computers and phones were like 20 years ago" Disponível: https://www.syracuse.com/news/2014/11/technology_history_internet_computers_phones_1994.html. Acesso: 11 de out. 23
- WADE, R. (1990), *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asia Industrialization*. Nova Jersey: Princeton University Press.
- WADE, R. (1992), "East Asia's economic success: Conflicting perspectives, partial insights, shaky evidence". *World Politics*, v. 44, n. 2.
- WADE, R. (2015) "The Role of Industrial Policy in Developing Countries" in *Rethinking Development Strategies after the Financial Crisis*, UNCTAD, Geneva and New York, United Nations
- YOSHIMATSU, H. (1998), "Agreement, Guidance and Preference: The U.S.-Japan Semiconductor Dispute Revisited", *Asian Perspective*, Vol. 22, No. 2, Special Issue on APEC, pp. 219-241