

Prospecção tecnológica e plano de ação em ciência e tecnologia: exercício coreano

Taeyoung Shin

1. HISTÓRICO

1.1 A PERSPECTIVA HISTÓRICA DA POLÍTICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA CORÉIA

A política e o sistema de ciência e tecnologia da Coreia evoluíram através de várias fases em resposta às necessidades econômicas e sociais em mutação. No processo de industrialização, a política de C&T foi ajustada para se conformar aos objetivos e às estratégias nacionais para o desenvolvimento econômico e conquistou alguns progressos desde a imitação até a inovação. Abaixo, discutiremos brevemente a evolução da política e do sistema de C&T da Coreia.

Os anos 1960: primeiro estágio

Foi no começo da década de 1960 que o Primeiro Plano de Desenvolvimento Econômico de Cinco Anos foi lançado. Durante o período inicial de desenvolvimento econômico, o objetivo estava em preparar a fundação para o crescimento econômico através do desenvolvimento das infra-estruturas de C&T tais como o sistema de treinamento técnico, estrutura legal e organizacional para o desenvolvimento de C&T (Lei de Promoção de C&T) e assim por diante. Nesta linha, o Ministério de Ciência e Tecnologia (Most) foi estabelecido em 1967 como o órgão central do governo para a promoção do desenvolvimento de C&T.

Por outro lado, o Instituto Coreano de Ciência e Tecnologia (Kist), um instituto de pesquisa do governo (GRI), foi criado em 1966. Nos anos 1960, a Coréia não possuía as capacidades tecnológicas para a industrialização. As importações de tecnologias estrangeiras foram a solução imediata. A solução fundamental, no entanto, foi o estabelecimento de um instituto de P&D industrial. Dessa forma, o Kist recebeu a função de centro técnico integrado para atender às necessidades industriais do país.

Os anos 1970: expansão de GRIs

Nos anos 1970, por outro lado, vários institutos de pesquisa especializados foram criados enquanto algumas partes do Kist se ramificaram. Cada instituto imaginava desenvolver capacidades em áreas estratégicas tais como construção naval, geociência, eletrônica, telecomunicações, energia, maquinário, produtos químicos e outros. Esses GRIs desempenharam um papel crítico para aumentar a capacidade de P&D no processo de industrialização e, portanto trazendo inovação às indústrias nacionais mais tarde.

Durante esse período, o foco do desenvolvimento industrial passou mais para indústrias intensivas de capital e tecnologia, e a ênfase da política de C&T foi colocada no fortalecimento da educação técnica e de engenharia nos campos de indústrias de materiais pesados e substâncias químicas, aperfeiçoando o mecanismo institucional para a adaptação de tecnologia importada e promovendo a P&D nacional para atender às necessidades industriais. A fim de acolher a demanda cada vez mais freqüente em busca de cientistas e engenheiros qualificados, fez-se um esforço de política de maior extensão para expandir a educação técnica e de engenharia.

Na figura 1, pode-se também ver que o gasto bruto em P&D (Gerd) estava aumentando muito lentamente na década de 1970. Durante este período, o governo fez investimentos principalmente para aumentar a capacidade de P&D com o estabelecimento de GRIs uma vez que o setor de negócios e as universidades não eram suficientemente bons para incumbir-se das atividades de P&D. Àquela época, a economia coreana estava no estágio inicial de industrialização. No começo dos anos 1980, portanto, o setor governamental iniciou as atividades de P&D na Coréia.

Pode-se ver na Figura 2 que mais de 50% do Gerd foi feito pelo setor governamental.

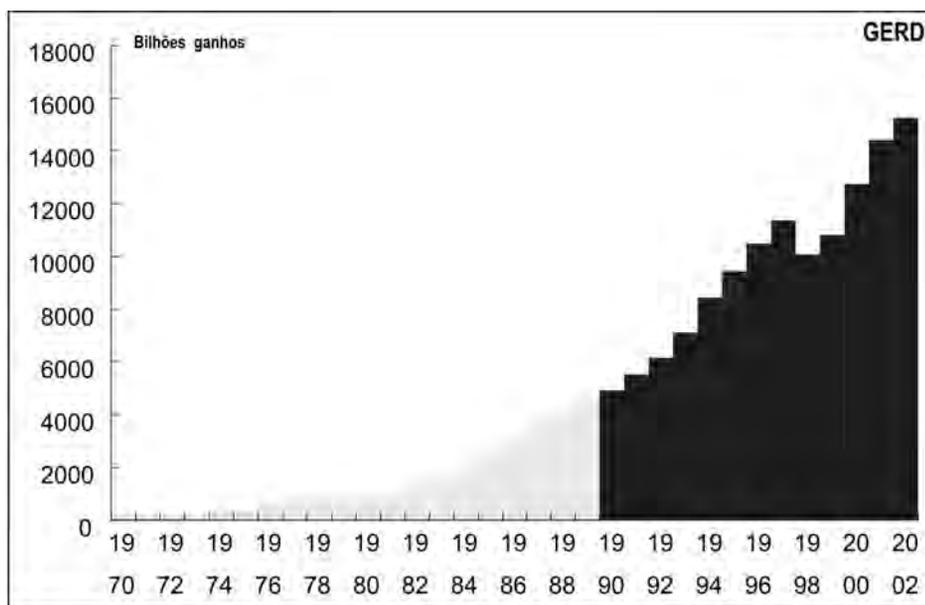


Figura 1. Gasto bruto em P&D

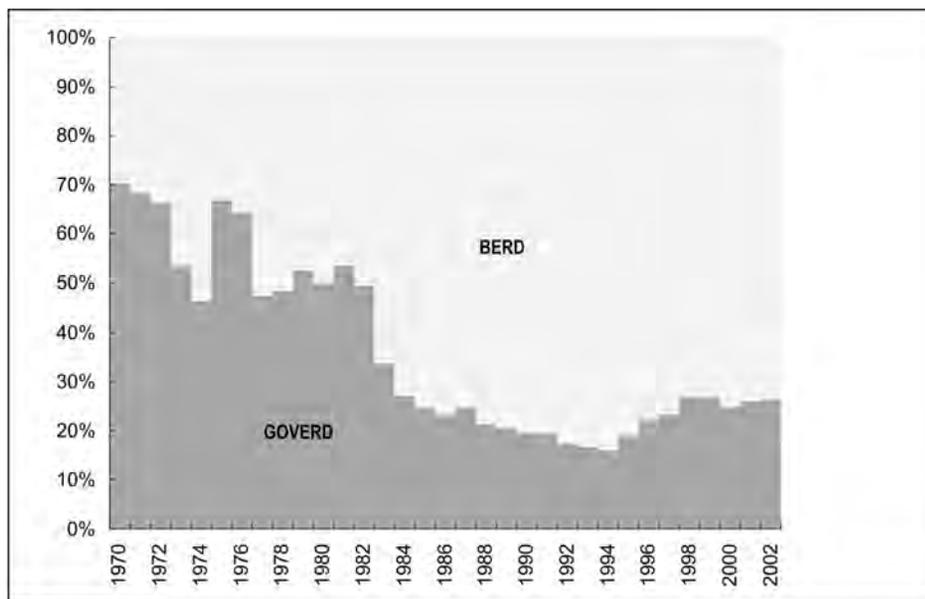


Figura 2. Gasto de empresas em P&D vs gasto do governo em P&D

Os anos 1980: estágio de crescimento

A política industrial durante os anos 1980 buscou assegurar mais crescimento e estabilização. A prioridade da política de C&T foi colocada na construção da capacidade nacional de P&D necessária para o desenvolvimento de indústrias de tecnologia intensiva, bem como para a melhoria da produtividade do sistema de produção. Para este fim, prosseguiu-se com os esforços de contratar cientistas e engenheiros de alto nível através do reforço da graduação, a expansão dos programas de treinamento no exterior e a repatriação de cientistas e engenheiros do exterior. Além disso, o Programa Nacional de P&D foi iniciado em 1982 para posteriormente construir as capacidades de P&D nas áreas de tecnologias essenciais e de bem-estar público com características genéricas. O programa serviu de base na P&D da própria Coreia. Foi durante este período que o desenvolvimento do Daedeok Valley começou a acomodar institutos de pesquisa, públicos e privados – ele se completou dentro de 15 anos. O Daedeok Valley facilitou a cooperação de P&D não apenas entre os institutos de pesquisa de diferentes campos mas entre institutos públicos e privados também. Outro notável desenvolvimento foi o rápido crescimento dos laboratórios de P&D industrial privados tanto em número quanto em atividades de pesquisa.

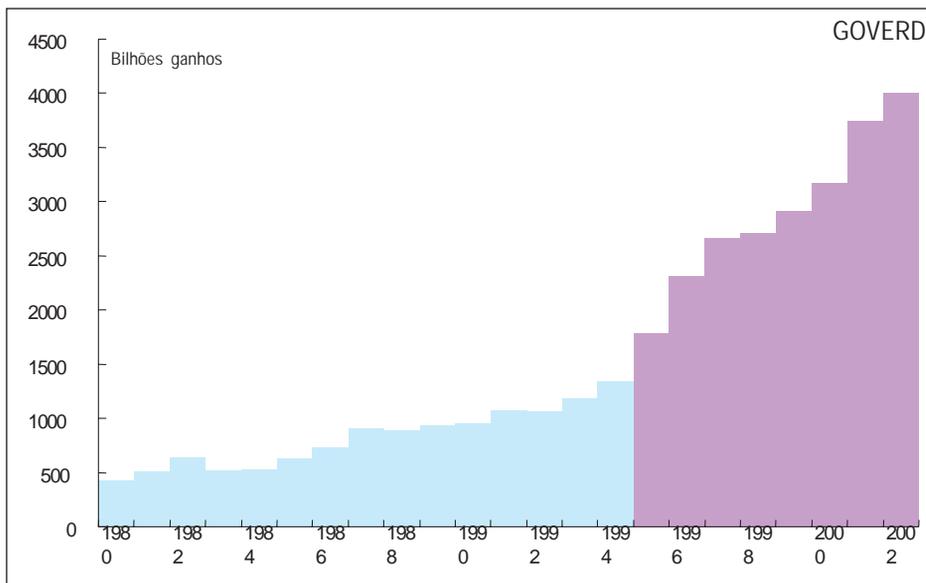


Figura 3. Gasto do governo em P&D

No começo dos anos 1980, houve uma grande mudança nas atividades de P&D. Após 1982, o gasto das empresas em P&D (Berd) ultrapassou o gasto interno do governo em P&D, uma vez que a indústria de pesados e petroquímicos se desenvolveu rapidamente. Portanto, o setor governamental foi capaz de virar a atenção da pesquisa básica e P&D para tecnologias pré-competição.

Os anos 1990 e depois: em direção ao estágio de inovação

A década de 1990 foi uma era de grandes mudanças e desafios para a Coreia, que enfrentou vários problemas novos devido ao novo cenário político e ao ambiente econômico, nacional e internacional, que ainda teve de fazer mais uma grande transição para juntar-se à categoria das economias avançadas. Reconhecendo que a ciência e a tecnologia são a chave para o avanço da nação, o governo deu ênfase especial à construção de fortes capacidades científicas e tecnológicas. Para esse fim, o governo decretou várias medidas inovadoras: a promulgação da Lei Especial para Inovação Científica e Tecnológica, a implementação do Plano de Cinco Anos para a Inovação Científica e Tecnológica (1997-2002), a implementação dos Projetos Nacionais Altamente Avançados (HAN) (1992), a Iniciativa de Pesquisa Criativa, o Programa de P&D do século 21, o Programa para Mecanismos de Crescimento Econômico para a Próxima Geração (2004) e outros.

No entanto, no fim de 1997 a economia coreana enfrentou nova crise no câmbio exterior. Enquanto a economia passava por sérias dificuldades, o investimento em P&D foi extremamente reduzido no ano seguinte (Tabela 1). Com o passar dos anos, quando a economia estava se recuperando, o investimento em P&D aumentou tanto no setor público quanto no privado, até mais rápido que antes. Há relatos das estatísticas de investimento em P&D desde a primeira metade dos anos 1960. Simplesmente tomando o acúmulo, mais de 75% do investimento acumulado (1963-2000) foi feito após 1990. A década de 1990 foi o período em que se empreendeu a P&D de forma intensiva em extensas áreas, alcançando-se algumas realizações.

contribuições importantes para o crescimento econômico bem como para a melhoria da qualidade de vida. Agora, a política governamental tem se concentrado em lidar com os desafios dando um passo para uma economia com base no conhecimento para trazer inovação. Para atingir tal objetivo, o governo enfatiza o uso eficiente dos recursos de C&T baseado no princípio de “seleção e concentração”.

Os atuais Programas Nacionais de P&D incluem o “Programa para Mecanismos de Crescimento Econômico para a Próxima Geração”, “Programa de P&D do Século 21”, a “Iniciativa de Pesquisa Criativa” (CRI), o “Laboratório de Pesquisa Nacional” (NRL), o “Programa de Desenvolvimento Biotecnológico”, o “Programa de Desenvolvimento de Nanotecnologia”, o “Programa Aeroespacial” e outros. Alguns deles são apresentados abaixo.

Programa para mecanismos de crescimento econômico para a próxima geração

Enquanto a China atrai FDI (investimento estrangeiro direto) do mundo ocidental e surge como uma fábrica mundial, o governo coreano reconheceu que a C&T desempenha um papel cada vez mais importante para manter a vantagem comparativa e aumentar a competitividade industrial. Por outro lado, a economia coreana depende bastante de um pequeno número de produtos tais como veículos de passeio, Dram, celulares e construção naval, em produção e exportações. Isso leva à vulnerabilidade da economia nacional. Sendo assim, a política governamental se concentra em aumentar o número de produtos de intensidade tecnológica, que seriam competitivos no mercado mundial e conduziriam ao crescimento econômico no futuro. Para este fim, seis ministérios relacionados concordaram em formular um novo Programa de R&D para “Mecanismos de Crescimento Econômico para a Próxima Geração”.

O propósito do programa é desenvolver e comercializar importantes produtos (finais) para dez indústrias dentro dos próximos dez anos. Como é mostrado na Tabela 2, o programa inclui 10 áreas a nível industrial, 48 produtos e 143 tecnologias-chave. Um investimento de porte será feito neste programa: cerca de 30% do Govern.

Tabela 2. Tecnologias identificadas para mecanismos de crescimento econômico de nova geração

	Indústrias	Produtos	Número de tecnologias identificadas
1	TV & transmissão digital	1. Receptor D-TV 2. DMB	14 4
2	Exibição	3. OLED 4. LCD 5. PDP	2 2 2
3	Robô inteligente	6. Robô para produção de veículos motores 7. Robô para limpeza e segurança do lar 8. Robô para resgates 9. Robô para serviços inteligentes com base em TI 10. Humanóide com base em rede	1 2 1 4 1
4	Futuro veículo a motor	11. Veículo motor híbrido 12. Veículo motor a célula combustível 13. Veículo motor inteligente	2 1 1
5	Semicondutor de próxima geração	14. SoC 15. Equipamento de próxima geração para semicondutores 16. IT Soc IP 17. SoC CAD para IT Soc design 18. Semi-conductor SiC 19. Nano semi-conductor	4 2 3 3 1 1
6	Telecomunicação móvel de próxima geração	20. Sistema de telecomunicação móvel de quarta geração 21. Celular de fusão de próxima geração 22. Rede de sensores ubíqua 23. Sistema para serviço telemétrico 24. Sistema telemétrico para veículos motores	4 3 1 9 3
7	Rede doméstica inteligente	25. Servidor para serviço em rede doméstica 26. Entrada / servidor doméstico 27. Aparelhos eletrônicos domésticos com TI inteligente 28. Rede doméstica sem fio 29. Rede doméstica com fio	5 6 5 4 4
8	Conteúdo digital e soluções SW	30. SW de produção de conteúdo 31. Segurança para conteúdo 32. Middle ware 33. SW genérico 34. SW aplicado	5 2 3 3 7

Tabela 2. Continuação

	Indústrias	Produtos	Número de tecnologias identificadas
9	Bateria de próxima geração	1. 2ª bateria 2. Sistema gerador para célula combustível 3. Célula combustível para uso portátil, doméstico e comercial	4 1 6
10	Novos remédios e órgãos	4. Clonagem de porcos para produção de órgãos 5. Chip para análise de proteína 6. Sistema de transporte de remédio 7. Remédio para controle imunológico 8. LoC para triagem de alto conteúdo 9. Terapêutica celular 10. Terapêutica de anticorpos monoclonais 11. Chip de DNA para diagnóstico 12. Terapêutica de doenças infecciosas 13. Terapêutica de distúrbios metabólicos 14. Terapêutica de doença cerebral	3 1 2 3 1 1 2 1 1 1
	Total	48 produtos	143 itens

Fonte: Most

Programa de P&D para o século 21

O Programa de P&D para o Século 21 foi lançado em 1999 para o desenvolvimento da competitividade científica e tecnológica em áreas emergentes. O governo planejava investir um total de US\$ 3,5 bilhões durante um período de dez anos. Vinte e três projetos foram lançados desde setembro de 2003. A característica mais importante do programa é que todos os diretores de projeto recebem autonomia plena para gerir o projeto. O diretor de projeto fica responsável pelo planejamento dos detalhes dos projetos de pesquisa, pela supervisão dos subprojetos e pela alocação de fundos. Os projetos dos Programas de Fronteira são Mostrados na Tabela 3.

Tabela 3. Projetos de P&D para o programa de fronteira em P&D

Projetos		Início	Projetos		Início
1	Análise funcional do genoma humano	1999	13	Tecnologia de materiais nano-estruturados	2002
2	Microsistemas inteligentes	1999	14	Tecnologia de engenharia de próton	2002
3	Nanodispositivos em nível tera	2000	15	Redução e seqüestro de dióxido de carbono	2002
4	Reciclagem de lixo industrial	2000	16	Célula tronco	2002
5	Diversidade de plantas	2000	17	Genômica e aplicações microbiais	2002
6	Moduladores biológicos	2001	18	Tecnologia inteligente de veículos aéreos não tripulados	2002
7	Tecnologia de supercondutividade aplicada	2001	19	Tecnologia de exibição de informação avançada	2002
8	Pesquisa de recursos hídricos sustentáveis	2001	20	Projeto cerebral ubíquo	2003
9	Genômica funcional de safra	2001	21	Robótica inteligente	2003
10	Tecnologia avançada de processamento de materiais	2001	22	Pesquisa cerebral	2003
11	Tecnologia proteômica	2002	23	Energia de hidrogênio	2003
12	Tecnologia mecatrônica em nano escala	2002			

Fonte: Most

2. ATIVIDADES DE PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

2.1 PROJETOS HAN

Em 1992 fez-se um ambicioso projeto de P&D, que foi o primeiro programa de P&D em nível interministerial. Um dos pontos notáveis é que o programa foi formulado com a ação comum de ministérios relacionados e diferentes grupos de interesse. No entanto, o número de especialistas que participavam foi limitado durante o processo. Muitos estudos sugerem procedimentos ou interesses explícitos do planejamento da tecnologia. Esses estudos colocam ênfase sobre como chegar à convergência de opiniões de diferentes atores do sistema socioeconômico. No entanto, o procedimento de prospecção no projeto HAN inclui as seguintes quatro fases ilustradas na Figura 4, na fase 1, monitoramento de tecnologias emergentes e identificação de problemas; na fase 2, estabelecimento de prioridades e seleção de tecnologias-chave; na fase 3, planejamento e implementação; e, finalmente, na fase 4, controle e avaliação.

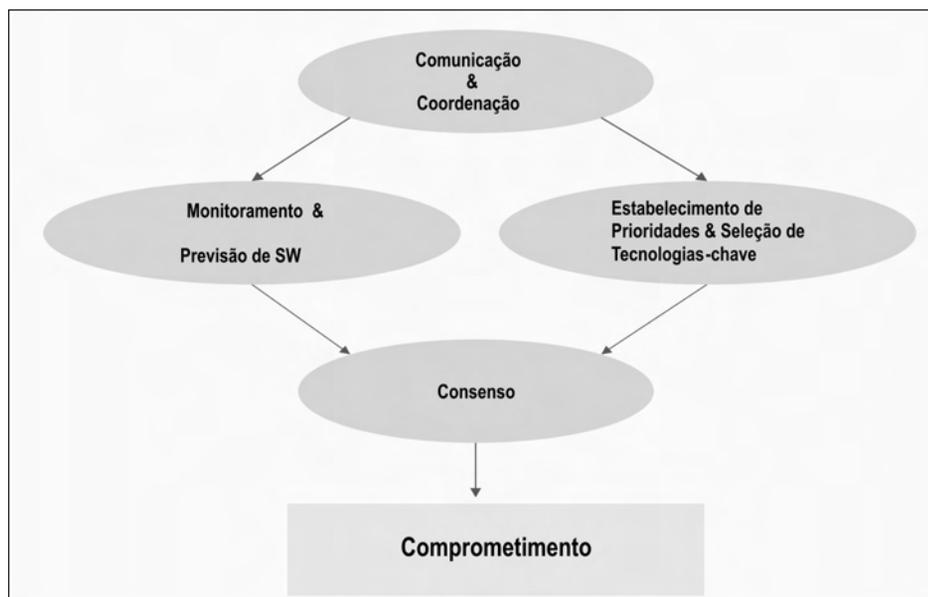


Figura 4. Processo de formulação de projetos HA

2.1.1. Estágio preliminar

A nova política de C&T é o resultado de um processo de coordenação entre diferentes ministérios governamentais. Este não é um assunto fácil uma vez que, ao se concentrar em ciência e tecnologia o Most não tem força política para buscar políticas de C&T em combinação com outras políticas econômicas ou industriais, exercidas principalmente pelo EPB (Grupo de Planejamento Econômico) e o MTI (Ministério de Comércio e Indústria) àquela época. Na realidade, o processo ou o planejamento de tecnologia interage com vários fatores socioeconômicos.

Para trazer as iniciativas de prospecção para a formação de políticas, o passo preliminar foi a coordenação entre os ministérios relacionados dentro do governo. Depois, tomou-se a decisão de que os projetos HAN deveriam ser atingidos através de ações sintonizadas de todos os ministérios relacionados. Em seguida, discutiremos em breve a prospecção principal do projeto HAN.

2.1.2. Principal prospecção tecnológica

Na fase I, a equipe de força-tarefa (TFT) coletou e revisou a informação sobre tecnologias emergentes. Na Coreia, não se empreendeu monitoramento sistemático de C&T em nível governamental. Por outro lado, a comissão de prospecção – apelidada de comissão G7 – estudou a direção do novo programa em relação aos objetivos nacionais de longo prazo.

A comissão G7 recomendou que o plano deveria buscar tanto tecnologias fundamentais quanto orientadas ao produto. As tecnologias orientadas ao produto são caracterizadas como produtos acessíveis ao mercado, cuja expectativa é que serão desenvolvidos e comercializados até 2001. Esses produtos devem ser desenvolvidos pelo menos cinco anos antes da industrialização em seus ciclos de vida. Por outro lado, tecnologias fundamentais são caracterizadas como pesquisa mais básica, que trazem uma melhoria da capacidade tecnológica, embora seus produtos finais não possam ser desenvolvidos até 2001. Assegurar a capacidade tecnológica nessas áreas é crucial para o futuro. Melhorar a qualidade de vida também foi considerado um objetivo. A pesquisa e o desenvolvimento dessas tecnologias fundamentais se concentraram na acumulação de experiência e *know-how* na área de tecnologias altamente avançadas.

Baseado no monitoramento de C&T, 214 tecnologias candidatas foram selecionadas. Essas tecnologias foram mais uma vez classificadas em cinco grandes áreas tais como microeletrônica, mecânica, materiais avançados e substâncias químicas refinadas, energia e ciência da vida e sistema ecológico.

Na fase II, 214 tecnologias selecionadas da fase I foram analisadas e agregadas de forma semelhante. Isto reduziu as tecnologias candidatas a 60. Para 60 tecnologias candidatas, a comissão G7 fez um levantamento enviando questionários para 439 cientistas e tecnólogos experientes. Dos 439 especialistas, 42,1 % dos que receberam o questionário responderam. As questões principais foram as seguintes:

- 1) Potenciais de aplicação com ênfase em impacto econômico

- 2) Ciclo completo de P&D por meio da colaboração entre GRIs, firmas e universidades
- 3) Necessidade de apoio de interministérios governamentais
- 4) Características multidisciplinares da tecnologia
- 5) Disponibilidade de massa crítica na economia doméstica
- 6) Projeto-conjunto internacional devido à falta de recursos domésticos
- 7) Tecnologia de ponta em todo o mundo
- 8) Impacto potencial sobre a competitividade da indústria doméstica.

Nessa fase, não apenas o consenso sobre a meta nacional e os objetivos do HAN mas também o envolvimento e o compromisso entre os representantes de diferentes agências foi altamente enfatizado. A formulação de projetos HAN levou cerca de um ano.

Tabela 4. Tecnologias-chave dos projetos HAN

Tecnologias orientadas ao produto	Tecnologias fundamentais
<ol style="list-style-type: none"> 1. Semicondutor altamente integrado 2. Serviços integrados e rede de dados 3. TV de alta definição 4. Novas substâncias químicas para medicina e agricultura 5. Sistema de produção avançada 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Novos materiais em serviço de informação, eletrônica e energia 2. Sistemas de transporte de próxima geração incluindo máquinas e peças 3. Novos biomateriais funcionais 4. Tecnologia de engenharia ambiental 5. Novas fontes de energia 6. Novo reator atômico e verificação

Fonte: Most

A comissão finalmente selecionou 11 tecnologias: cinco tecnologias orientadas ao produto e seis tecnologias fundamentais. Argumentou-se que as tecnologias orientadas ao produto aumentariam de forma substancial a competitividade da indústria nacional no futuro, enquanto as tecnologias fundamentais assegurariam a capacidade das tecnologias-fonte e, em conseqüência, a capacidade tecnológica e científica do país.

O maior investimento, cerca de US\$ 1.450 milhões nos próximos dez anos, seria feito para o desenvolvimento de semicondutores altamente integrados. Planejou-se desenvolver chips Dram de 256 megabits até 1996 e Dram de 1 giga até 2001. Planejou-se também desenvolver monitores HDTV compatíveis com sistemas europeus e japoneses até 1993 e telas planas HDTV até 1997; comercialização de veículos elétricos até 1996 e ISDN até 2001.

Na fase II, as tecnologias dos componentes de cada área são pesquisadas e determinam-se também as equipes de pesquisa e o orçamento de P&D. No estágio de compromisso, o controle e a avaliação do desempenho de P&D foram empreendidos tanto no processo quanto nos resultados finais. O programa de treinamento e educação para a gestão de P&D foi estabelecido para orientar o chefe da equipe de pesquisa e, portanto, aumentar a capacidade dos próprios pesquisadores na gestão dos projetos de pesquisa.

2.2 DELPHI COREANO

Para os objetivos do projeto HAN, a informação sobre as tecnologias emergentes deveria ser fornecida sobre as atividades de prospecção e estudada pela comissão ou pelos especialistas. Todavia, ao selecionar as tecnologias-chave dos projetos HAN, não foi feito nenhum prognóstico sistemático de tecnologia até então. Em vez disso, as atividades de monitoramento de P&D e as indústrias emergentes foram tomadas como referência. Sendo assim, incentivou-se o emprego de uma estrutura de prospecção para a produção de informação de C&T de forma mais científica e que os especialistas deveriam participar das atividades de prospecção.

